



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Белорусский национальный технический университет

Институт интегрированных форм обучения и мониторинга образования

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕЛА

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЧЕРЧЕНИЮ

Часть 1

Ш А Р



**Минск
БНТУ
2014**

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕЛА

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЧЕРЧЕНИЮ
для подготовительных отделений, лицейских классов
(в помощь поступающим на специальность «Архитектура»)

В 2 частях

Часть 1

ШАР

Второе издание, дополненное

УДК 514.18 (075)
ББК 22.151.3
Г37

Составитель
В. Н. Приходько

Рецензент
доцент, кандидат архитектуры *Г. А. Дубовицкая*

Построение изображений начинается с анализа формы моделей, состоящих из сочетаний элементов геометрических тел и поверхностей с отверстиями и вырезами.

В методических рекомендациях изложена методика построения комплексного чертежа и аксонометрической проекции шара, сечений шара плоскостями, приведены варианты заданий для графических работ, алгоритмы построения с образцами выполнения и тесты для самопроверки.

Задания готовят абитуриента к освоению учебной программы архитектурного факультета и могут быть использованы как при самостоятельной подготовке, так и в качестве учебных задач по проекционному черчению для подготовительных отделений и в лицейских классах БНТУ.

Методические рекомендации выполнены в программе AutoCAD.

Первое издание (авторы: Г. А. Дубовицкая, В. Н. Приходько) вышло в БНТУ в 2012 году.

© Белорусский национальный
технический университет, 2012
© Белорусский национальный
технический университет, 2014

ВВЕДЕНИЕ

Природа - великий творец. Она создала миллиарды форм, как простых, так и весьма причудливых, сложных для восприятия человеческого глаза. И все это многообразие существует вокруг нас, не имея в своей основе прямого угла, прямой линии, ребра, квадрата, прямоугольника или куба! Ни в одной из сфотографированных учеными галактик не зафиксировано прямоугольника или квадрата, не найдем мы их и в микромире: атомы, молекулы... Все в природе проектируется и «строится» без прямых углов.

Архитекторами активно используются и модернизируются созданные природой рациональные формы. Известно, что наиболее рациональной оболочкой является именно сферическая оболочка: при наименьшей площади наружной поверхности она имеет наибольший внутренний объем. Для современной архитектуры этот фактор является существенным, учитывая высокую плотность мегаполисов, высокую стоимость земли и ее острый дефицит. Кроме того, шар имеет точку равновесия в любой точке своей поверхности, а попробуйте куб установить на ребро или вершину ...

Сферические элементы имеют нередко также и различные *опоры*, служащие для крепления несущих конструкций сооружений: стойки, колонны, столбы. Они напоминают шарниры и служат для того, чтобы эффективно передавать различные нагрузки на другие части строений или их основание, причем в динамическом режиме. Ярким примером инженерных сооружений, в которых широко используются сферические элементы опорных конструкций, являются современные подвесные мосты.

Проектирование и строительство сферических архитектурных сооружений, стало возможным благодаря использованию шарово - стержневой системы, которая позволяет реализовывать самые смелые конструктивные и архитектурные идеи.

Слово "Сфера" произошло от греческого слова "*sphaira*" - шар. Тела, имеющие сферические поверхности, достаточно часто используются также в технике и различных технических конструкциях. Без сфер не обходится ни одна *линза*, применяемая в оптических устройствах: начиная от простых очков и заканчивая сложнейшими астрономическими телескопами. Самыми распространенными техническими устройствами, использующими свойства сферических поверхностей, являются *шариковые подшипники качения*. Современные высокой точности подшипники качения оснащаются шариками с практически идеальной сферической поверхностью (ее неровности достигают всего доли микрон).

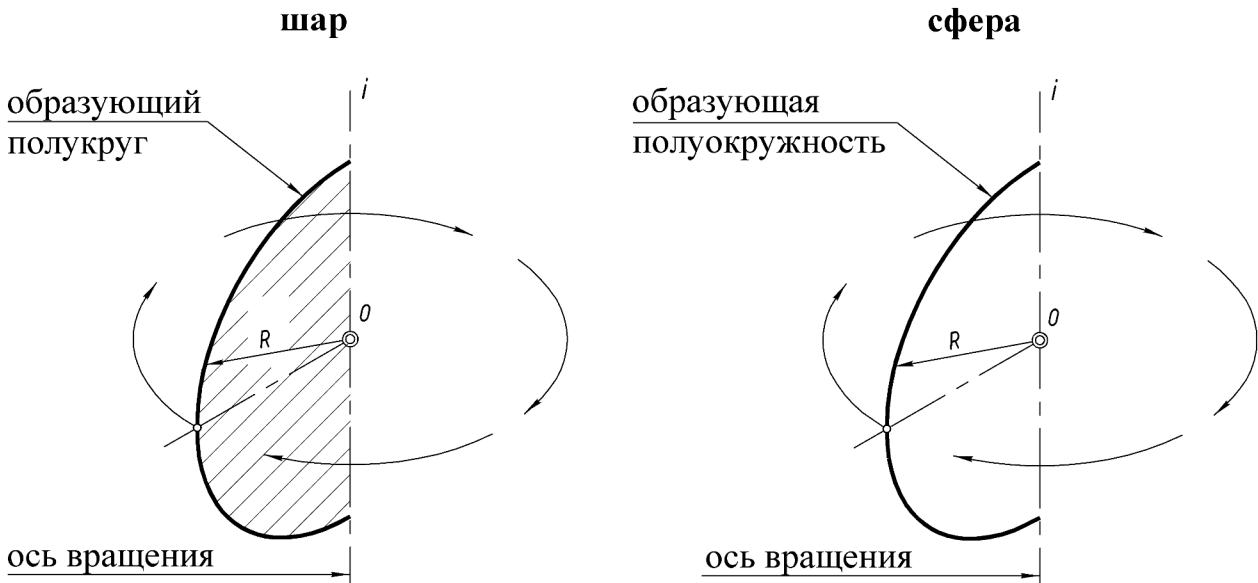
Сферы часто применяются и в электротехнике. Широко распространены такие устройства, как *шаровые разрядники*. Шаровые разрядники могут работать в условиях очень высоких напряжений и обычно используются для того, чтобы защитить силовую электрическую аппаратуру от перегрузок.

Все перечисленные выше примеры - это лишь небольшая часть тех областей техники, в которых применяются сферические детали. Кроме того, их достаточно часто можно встретить и в быту. Именно благодаря свойствам сферы мы можем спокойно пользоваться *шариковой ручкой*, а в водопроводных кранах часто используется *запирающий элемент в виде шара с отверстием*.

Ш А Р

Шар - тело, полученное вращением полукруга вокруг оси вращения. Поверхность шара называется *сферой*.

Сферическая поверхность образована вращением полуокружности вокруг оси вращения или движением параллели - окружности с переменным радиусом вдоль оси вращения. Каждая точка поверхности шара удалена от его центра на одинаковое расстояние, равное радиусу данного шара. Экватор и все меридианы шара имеют одинаковый диаметр. Параллели разного диаметра. Чем ближе к экватору, тем больше диаметр параллели, при удалении от экватора диаметр параллели уменьшается (см. стр.7). На трех ортогональных проекциях диаметры очерковых окружностей одинаковые.



Круг радиуса шара или "*большой круг*" получается при сечении шара плоскостью, проходящей через его центр (рис. 1а; см. стр.5).

Часть шара, отсекаемая от него какой-нибудь плоскостью, называется *шаровым сегментом* (рис. 1б).

Тело, ограниченное конусом с вершиной в центре шара и соответствующей его основанию сегментной поверхностью, называется *простым шаровым сектором* (рис. 1в).

Часть шара, заключенная между двумя параллельными секущими плоскостями, называется *шаровым слоем* (рис. 1г).

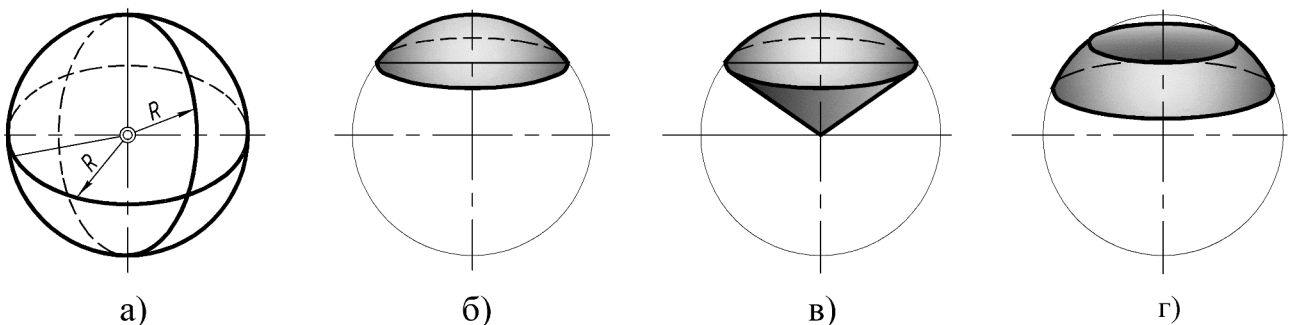
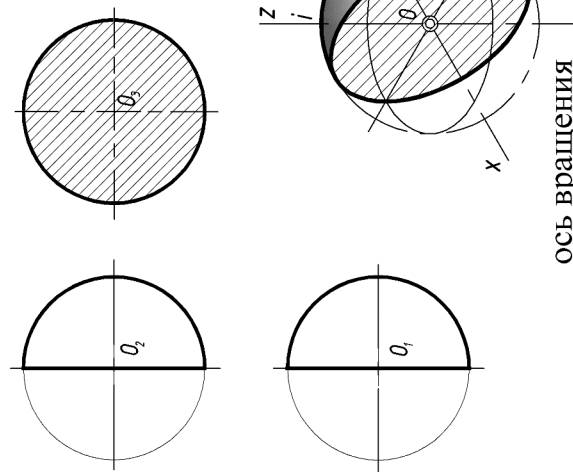
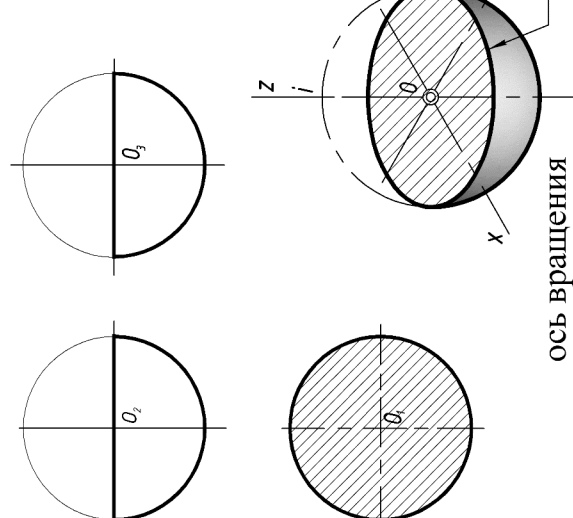


Рис. 1

	<table><tr><td>P_2</td><td>фронтальная проекция-отрезок прямой, равный диаметру шара</td><td>x</td></tr><tr><td>P_3</td><td>профильная проекция-отрезок прямой, равный диаметру шара</td><td>y</td></tr></table> <table><tr><td>Z</td><td>0</td><td>y</td></tr><tr><td>P_1</td><td>горизонтальная проекция-отрезок прямой, равный диаметру шара</td><td>x</td></tr></table> <p>сечение шара плоскостью параллельной P_1</p>	P_2	фронтальная проекция-отрезок прямой, равный диаметру шара	x	P_3	профильная проекция-отрезок прямой, равный диаметру шара	y	Z	0	y	P_1	горизонтальная проекция-отрезок прямой, равный диаметру шара	x
P_2	фронтальная проекция-отрезок прямой, равный диаметру шара	x											
P_3	профильная проекция-отрезок прямой, равный диаметру шара	y											
Z	0	y											
P_1	горизонтальная проекция-отрезок прямой, равный диаметру шара	x											
<h3>Сечения поверхности шара плоскостью</h3> <p>Фигурой сечения шара является круг, проекция которого в зависимости от положения секущей плоскости к плоскостям проекций, может изображаться на чертеже:</p> <ul style="list-style-type: none">а) кругом, если секущая плоскость параллельна плоскости проекций;б) отрезком прямой, если секущая плоскость перпендикулярна плоскости проекций.в) эллипсом, если секущая плоскость наклонная. <p>Сечения, плоскости которых проходят через центр шара, параллельно плоскостям P_1, P_2 и P_3, являются кругами с диаметрами, равными диаметру шара и называются большими кругами.</p>													

	<table><tr><td>P_2</td><td>фронтальная проекция-отрезок прямой, равный диаметру шара</td><td>x</td></tr><tr><td>P_3</td><td>профильная проекция-отрезок прямой, равный диаметру шара</td><td>y</td></tr></table> <table><tr><td>Z</td><td>0</td><td>y</td></tr><tr><td>P_1</td><td>горизонтальная проекция-отрезок прямой, равный диаметру шара</td><td>x</td></tr></table> <p>сечение шара плоскостью параллельной P_1</p>	P_2	фронтальная проекция-отрезок прямой, равный диаметру шара	x	P_3	профильная проекция-отрезок прямой, равный диаметру шара	y	Z	0	y	P_1	горизонтальная проекция-отрезок прямой, равный диаметру шара	x
P_2	фронтальная проекция-отрезок прямой, равный диаметру шара	x											
P_3	профильная проекция-отрезок прямой, равный диаметру шара	y											
Z	0	y											
P_1	горизонтальная проекция-отрезок прямой, равный диаметру шара	x											
<h3>Сечения поверхности шара плоскостью</h3> <p>Фигурой сечения шара является круг, проекция которого в зависимости от положения секущей плоскости к плоскостям проекций, может изображаться на чертеже:</p> <ul style="list-style-type: none">а) кругом, если секущая плоскость параллельна плоскости проекций;б) отрезком прямой, если секущая плоскость перпендикулярна плоскости проекций.в) эллипсом, если секущая плоскость наклонная. <p>Сечения, плоскости которых проходят через центр шара, параллельно плоскостям P_1, P_2 и P_3, являются кругами с диаметрами, равными диаметру шара и называются большими кругами.</p>													

На поверхности шара выделяют следующие характерные линии:

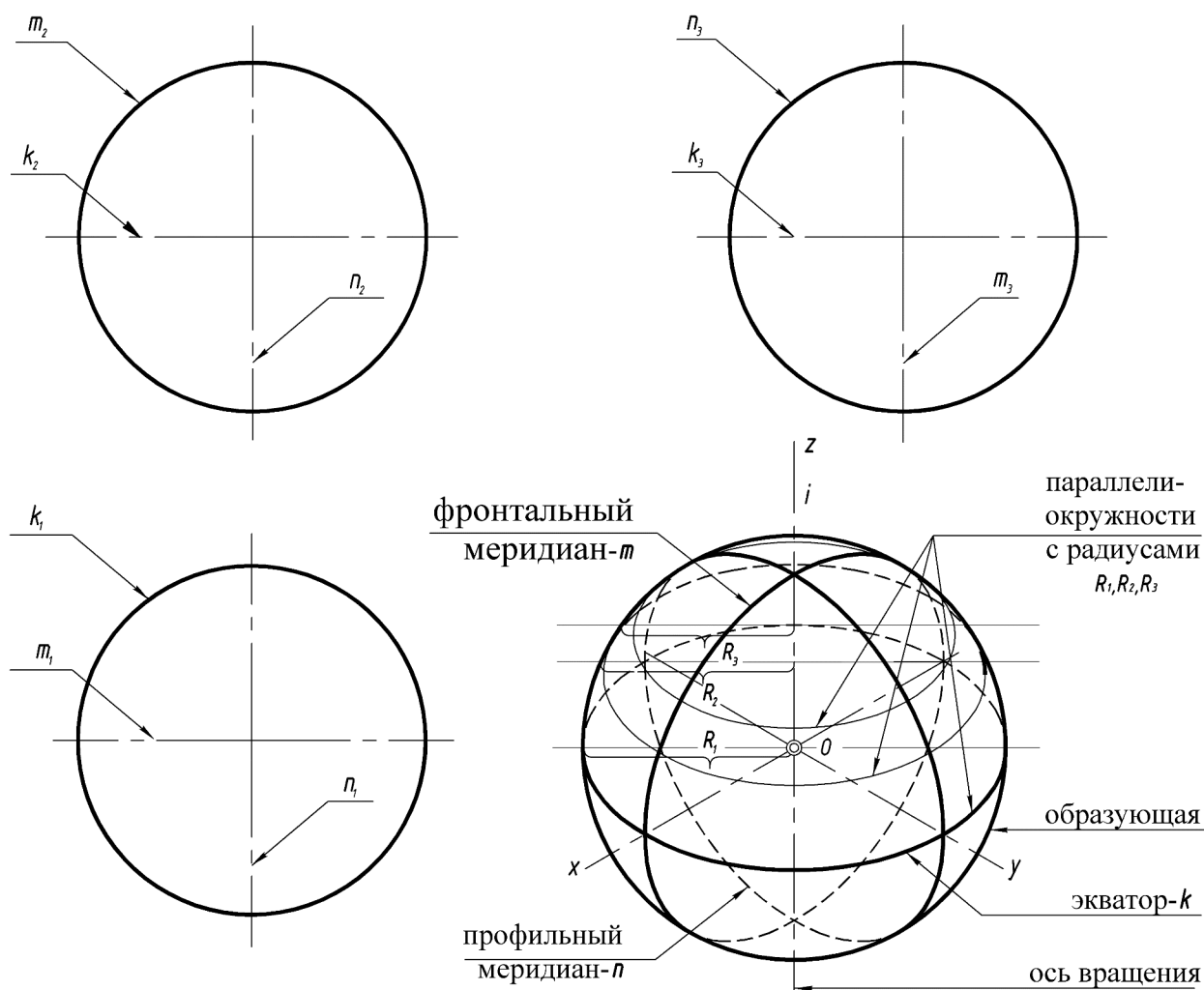
- 1) *параллели* - окружности, полученные в результате пересечения поверхности шара горизонтальными плоскостями. Наибольшая параллель, проходящая через центр поверхности шара, называется *экватором* (k);
- 2) *меридианы* - окружности, образованные сечением вертикальными плоскостями, проходящими через центр поверхности шара. Главными являются фронтальный (m) и профильный (n) меридианы.

КОМПЛЕКСНЫЙ ЧЕРТЁЖ ПОВЕРХНОСТИ ШАРА

В ортогональных проекциях на горизонтальной плоскости проекций очерковой линией шара k_1 будет экватор, который на фронтальную и профильную плоскости проекций проецируется в отрезки, совпадающие с осевыми горизонтальными линиями (k_2 и k_3).

На фронтальной плоскости проекций очерковой линией шара будет фронтальный меридиан m_2 , который на горизонтальную плоскость проекций проецируется в отрезок, совпадающий с осевой горизонтальной линией m_1 , а на профильной плоскости проекций с осевой вертикальной линией m_3 .

На профильной плоскости проекций очерковой линией шара будет профильный меридиан n_3 , который на горизонтальной и фронтальной плоскостях проекций изобразится отрезками, совпадающими с центровыми вертикальными линиями (n_1 и n_2).



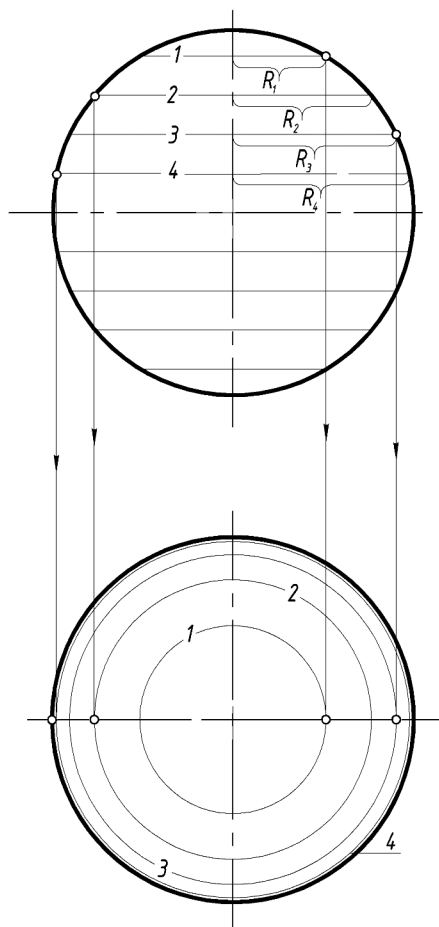


Рис. 2

Шар (сфера) - единственная фигура вращения, на поверхности которой можно нанести бесчисленное множество семейств параллелей. С их помощью на поверхность шара наносят различные точки, линии. Обычно пользуются горизонталями (рис. 2), реже фронталями и профильными параллелями.

ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКЦИЙ ТОЧКИ НА ПОВЕРХНОСТИ ШАРА

На рис. 3а изображена фронтальная проекция K_2 точки K .

Построить горизонтальную и профильную проекции точки K .

1.Проводим через точку K_2 на плоскости Π_2 вспомогательную линию - горизонтальную параллель шара, получаем радиус R . Радиусом строим окружность на плоскости Π_1 (рис. 3б).

2.Из точки K_2 проводим линию связи до пересечения с окружностью в точке K_1 - горизонтальная проекция точки K (рис. 3в).

3.Профильную проекцию точки K_3 определяем по линиям проекционной связи (рис. 3в).

На рис. 3г показано построение точки K с помощью фронтальных параллелей поверхности шара.

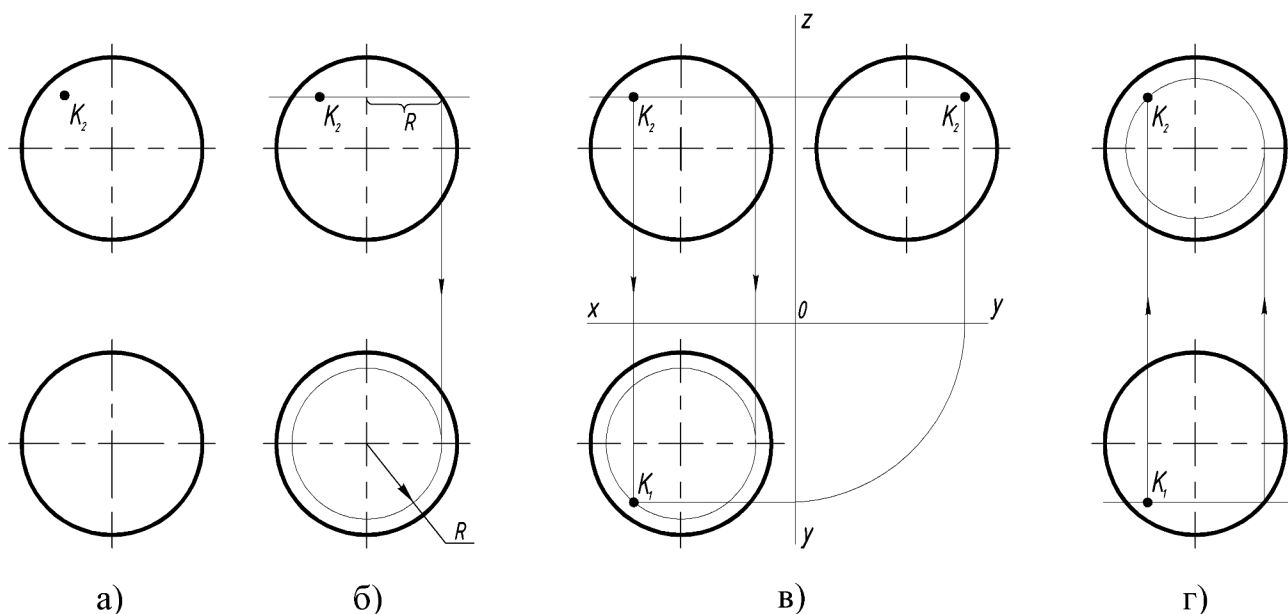
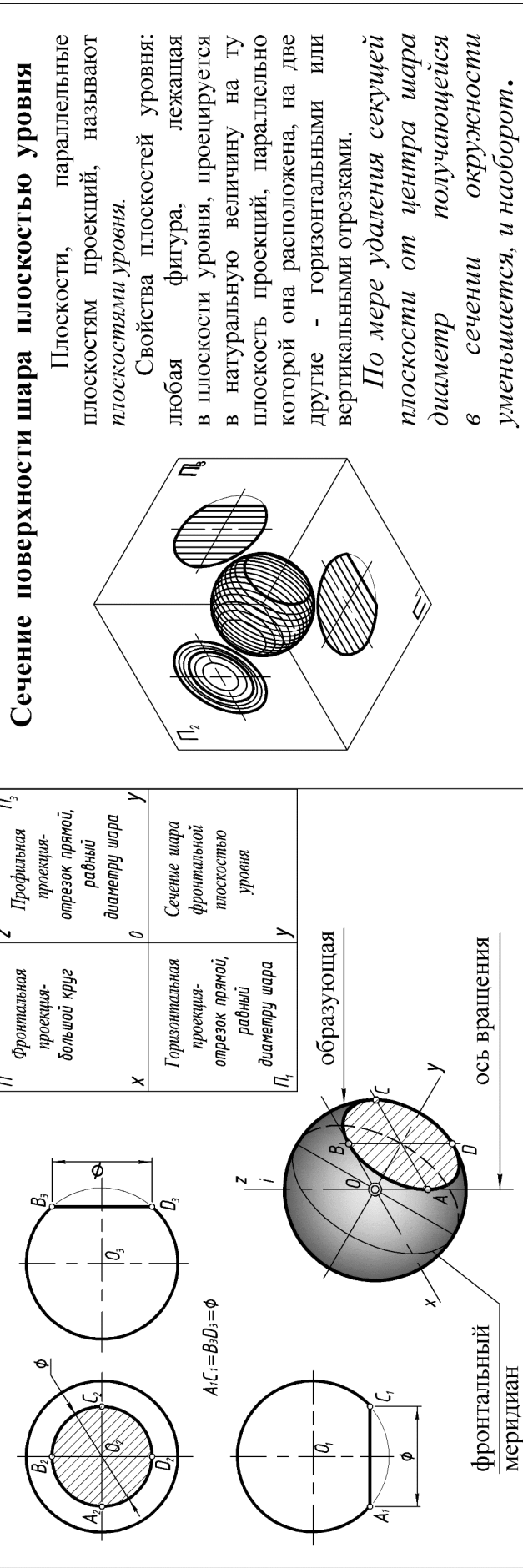
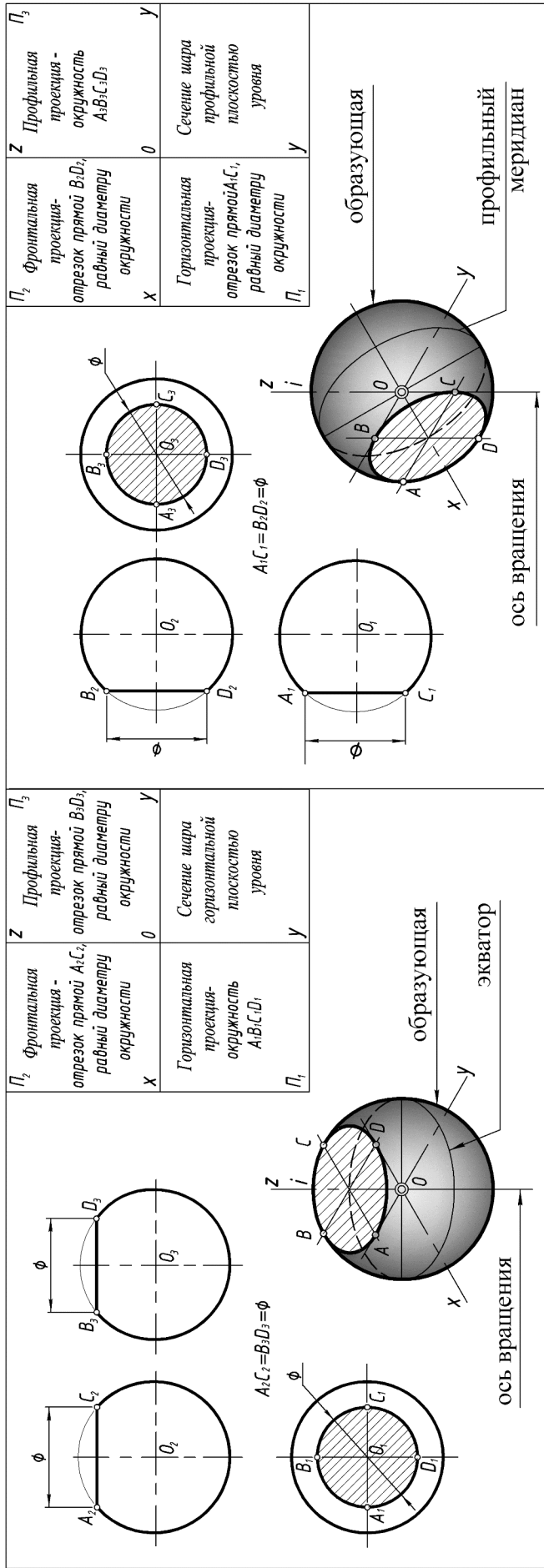
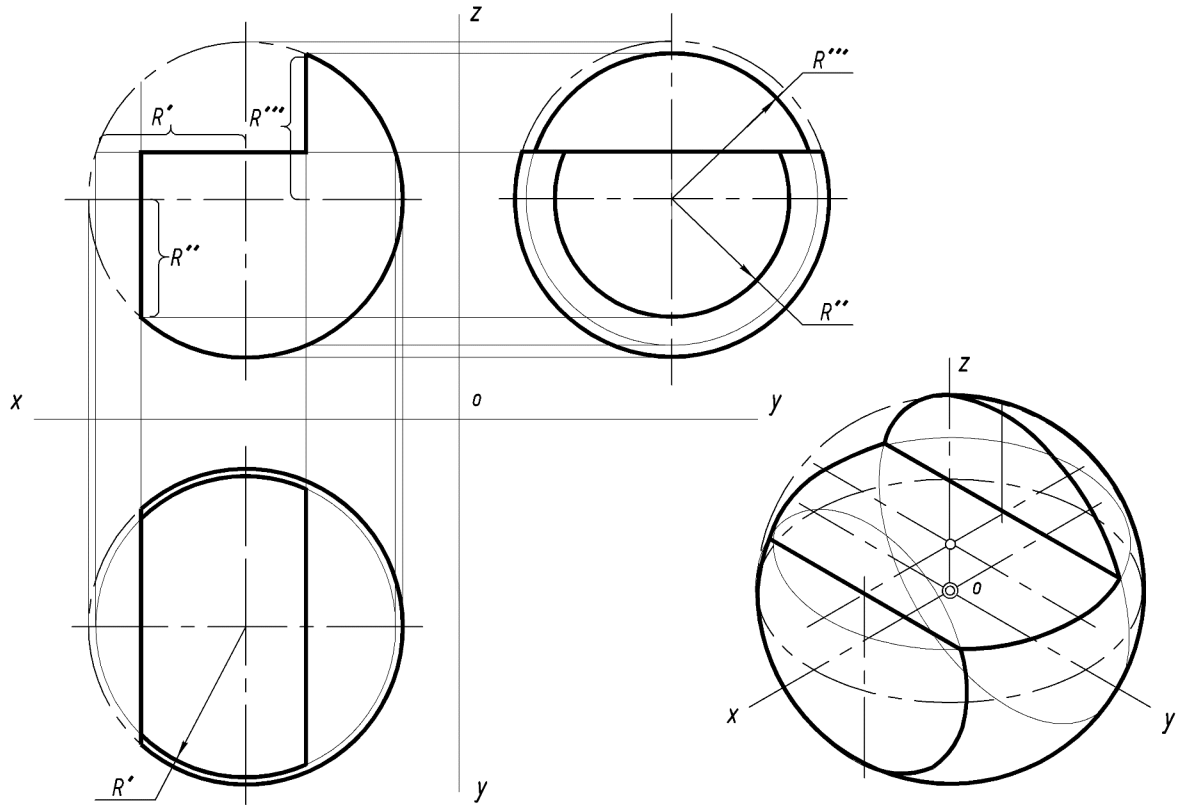


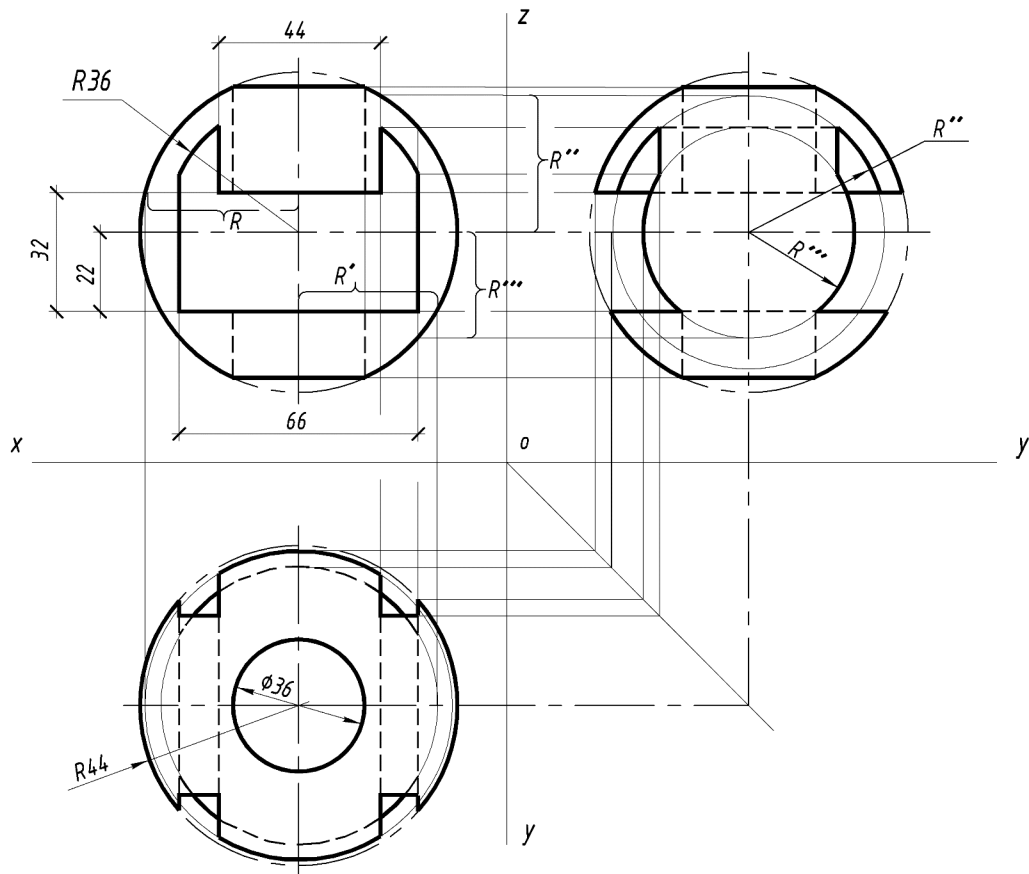
Рис. 3



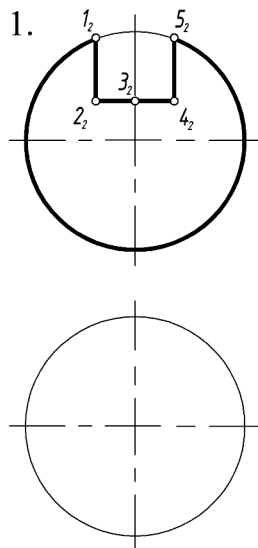
ВАРИАНТЫ СЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ШАРА ПЛОСКОСТЬЮ УРОВНЯ



Если заданные плоскости пересекаются между собой, то фигуры сечения представляют собой **неполные круги**

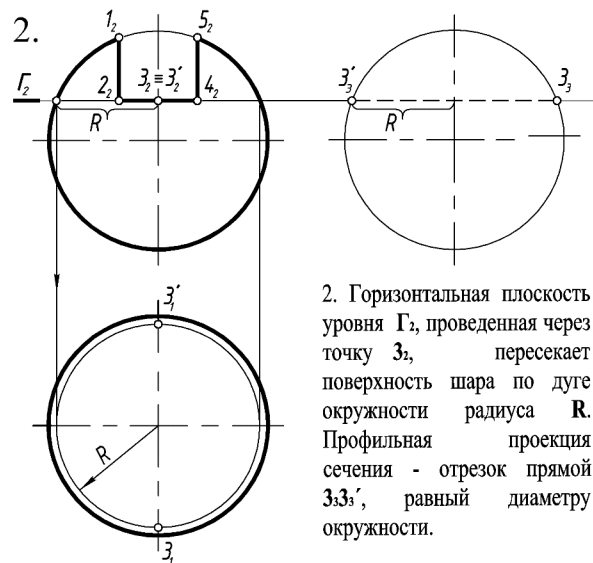


Алгоритм построения призматического выреза на поверхности шара

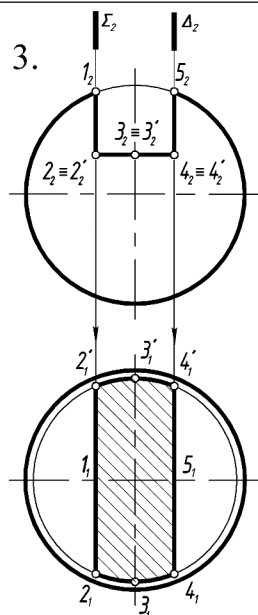


1. Построим три проекции шара и фронтальную проекцию заданного выреза. Обозначим вырез точками 1, 2, 3, 4, 5.

Анализируем форму выреза: нижняя грань выреза 2, 3, 4 пересекать сферу по горизонтали, боковые грани 1, 2 и 5, 4 - по профильным параллелям.



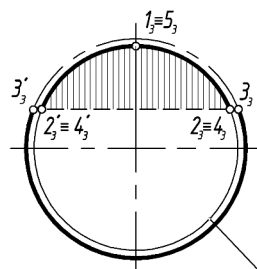
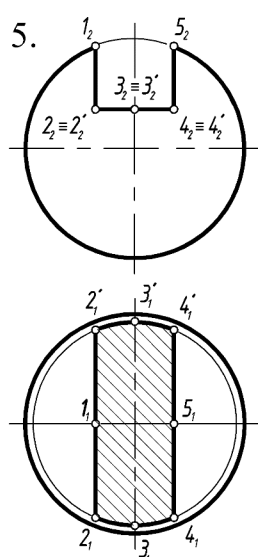
2. Горизонтальная плоскость уровня Γ_1 , проведенная через точку 3, пересекает поверхность шара по дуге окружности радиуса R . Профильная проекция сечения - отрезок прямой $3_3 3_3'$, равный диаметру окружности.



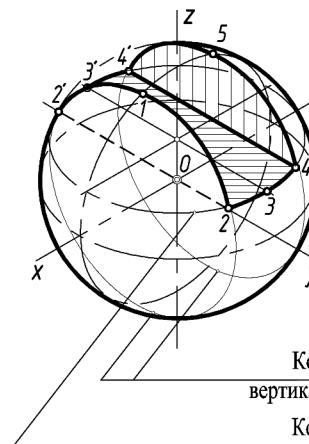
3. Профильные плоскости уровня Σ и Δ , проведенные через точку 1 и 5, на горизонтальной проекции спроецируются в отрезки прямых $2_1 2_1'$ и $4_1 4_1'$, ограничивающих ширину выреза дугами $2_1 3_1 4_1$ и $2_1' 3_1' 4_1'$.



4. Боковые грани выреза, образованные двумя профильными плоскостями, пересекают поверхность шара по дугам одинакового радиуса R_1 . Равенство радиусов вытекает из равенства удаления левой и правой стенок выреза от центра шара. Дуги на виде слева сливаются попарно в одну дугу в силу симметрии.



Контуры фигур сечения вертикальными плоскостями (совпадающие на профильной проекции)



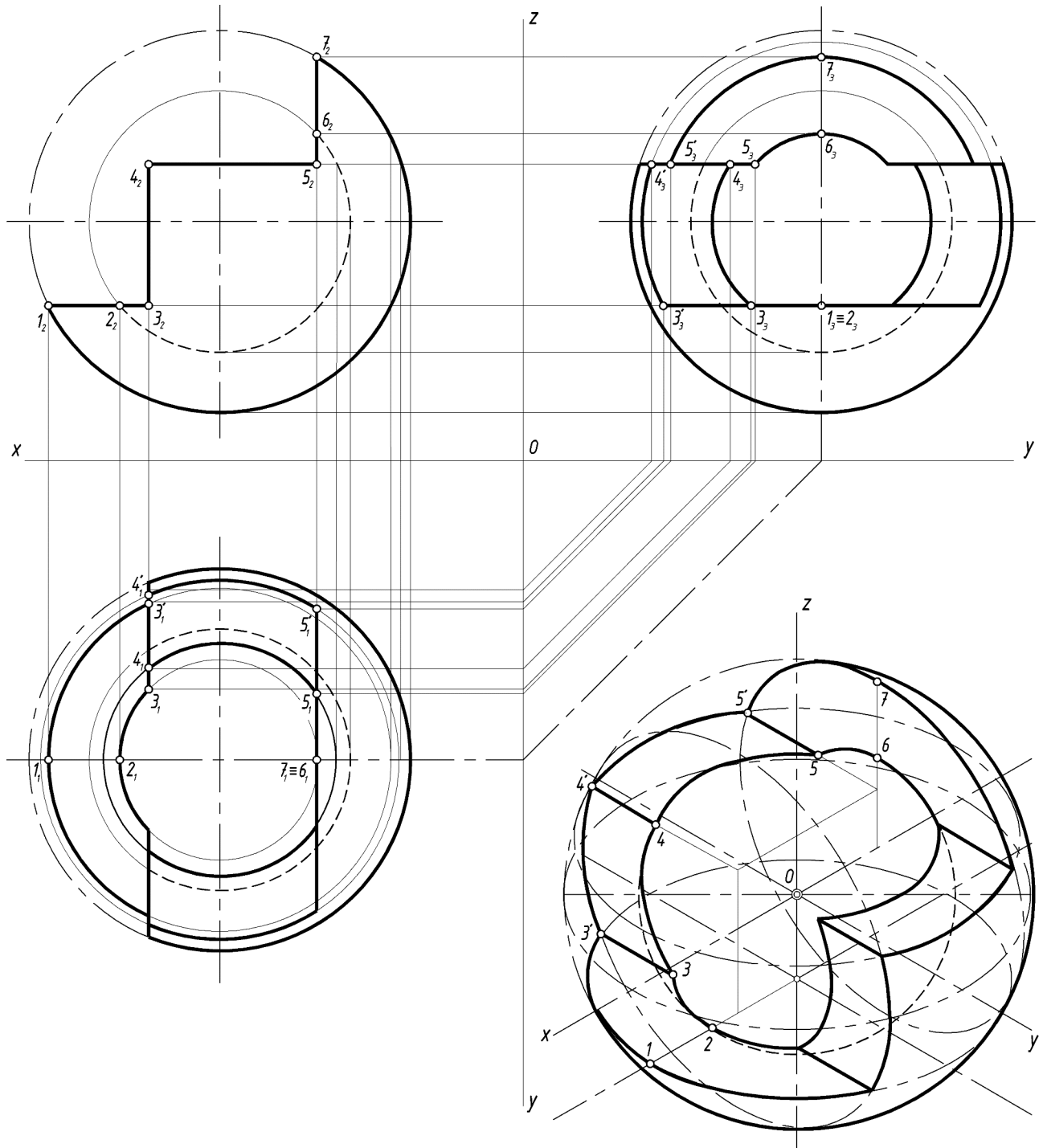
Контуры фигур сечения вертикальными плоскостями

Контуры фигур сечения горизонтальной плоскостью

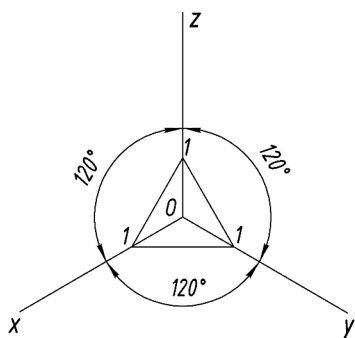
ПОЛЫЕ ШАРЫ С ОТВЕРСТИЯМИ

Полые шары - шары, имеющие внешнюю и внутреннюю поверхности в виде двух concentric сфер. Внутренняя поверхность может быть concentric сферой или concentric полусферой, переходящей в цилиндрическое отверстие.

Отверстия полых шаров - сквозные окна и вырезы ограничены отсеками горизонтальных и профильных плоскостей и цилиндрическими поверхностями с осями, проходящими через центр сфер. Поэтому при пересечении плоских отсеков и цилиндрических поверхностей с наружной и внутренней поверхностями шаров получаются окружности или дуги, которые проецируются на плоскости Π_1 , Π_2 или Π_3 без искажения или в виде отрезков прямых.



ПРЯМОУГОЛЬНАЯ ИЗОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ ОКРУЖНОСТИ



В прямоугольной изометрической проекции все три оси образуют между собой равные углы в 120° , причем ось OZ располагается на изображении вертикально, ось OX направлена влево, а ось OY - вправо. Изометрическую проекцию, как правило выполняют без искажения по осям X, Y, Z , т. е. приняв коэффициент искажения равным единице.

Окружность изображают диаметром $1,22$ истинного диаметра шара. Изометрической проекцией окружности является эллипс (лекальная кривая), но для простоты построения изображают овал (циркульная кривая).

Построение четырехцентрального овала графическим способом показано на рис.4

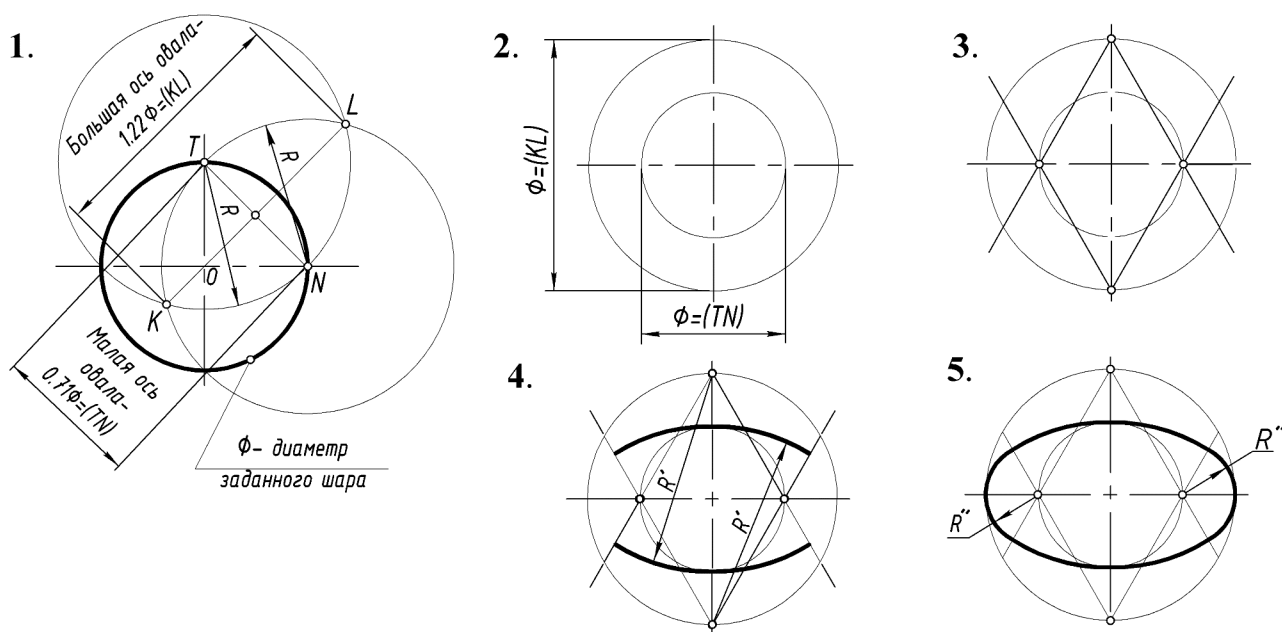


Рис. 4

Линия малой оси $\equiv Z$

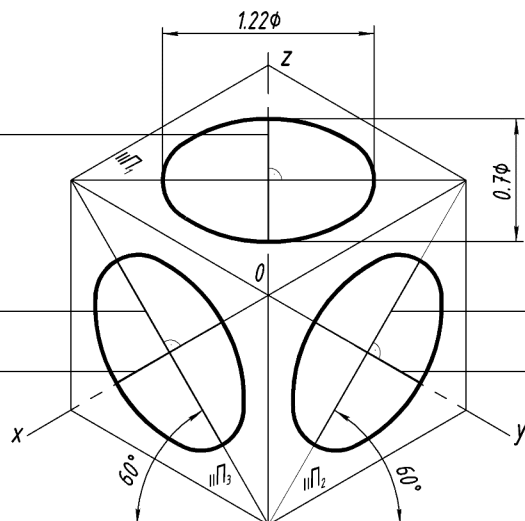
Линия большой оси $\perp Z$

Линия большой оси $\perp X$

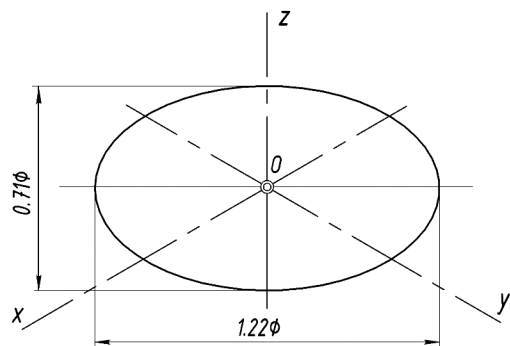
Линия малой оси $\equiv X$

Линия большой оси $\perp Y$

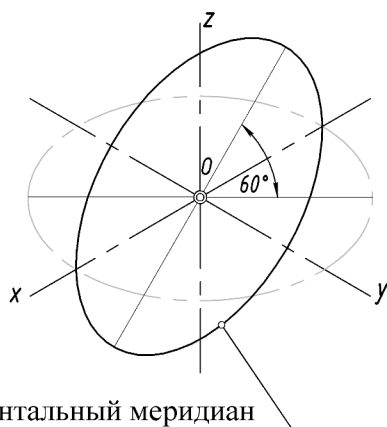
Линия малой оси $\equiv Y$



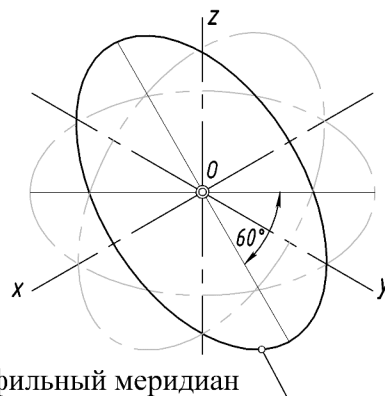
АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ИЗОМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ ШАРА



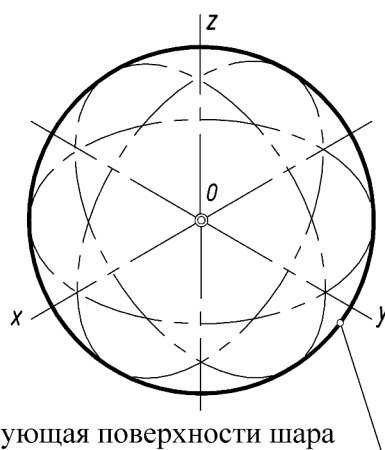
1.Экватор



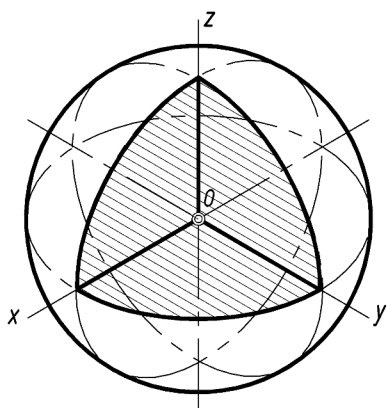
2.Фронтальный меридиан



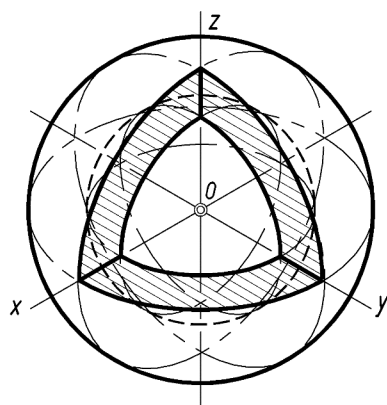
3.Профильный меридиан



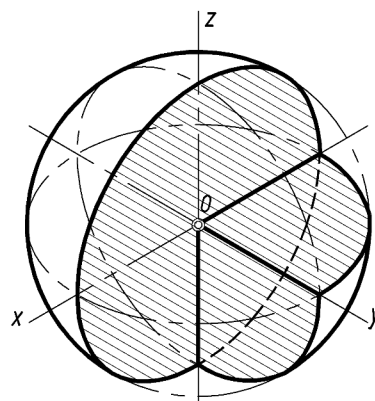
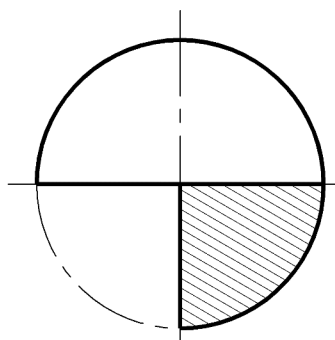
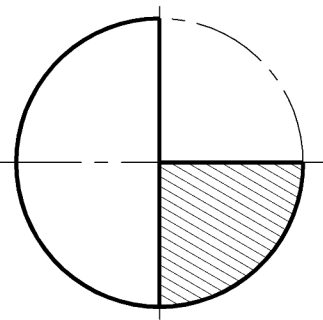
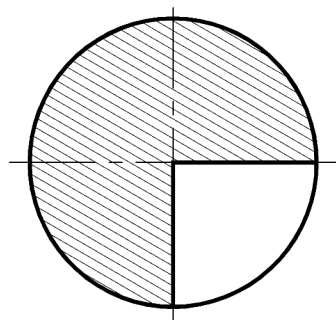
4.Образующая поверхности шара



Вырез 1/8 шара



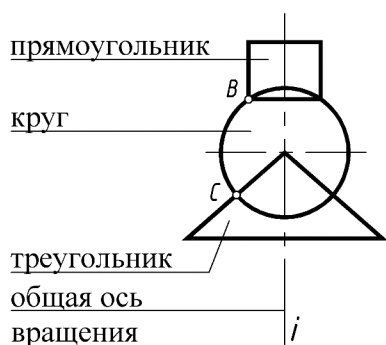
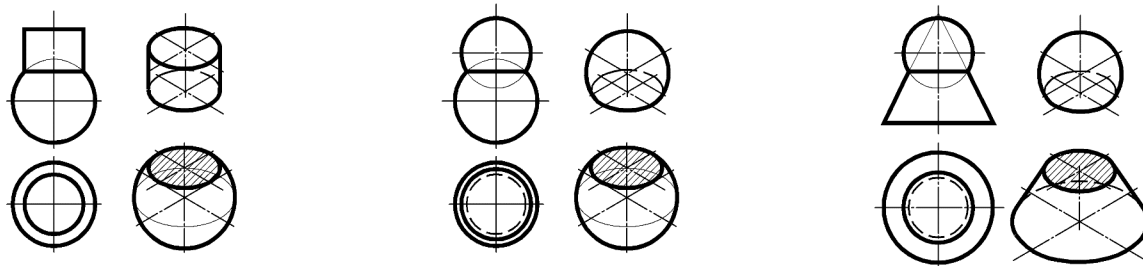
Вырез 1/8 полуго шара



Комплексный чертеж шара с вырезами и аксонометрическая проекция

ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ШАРА С ЦИЛИНДРОМ И КОНУСОМ

Поверхности с общей осью пересекаются по окружности, которая перпендикулярна их общей оси и проецируется в виде отрезка прямой



Возьмем три плоские фигуры: прямоугольник, круг и равнобедренный треугольник. Расположим их в одной плоскости так, чтобы оси симметрии каждой фигуры находились на общей оси вращения, а контуры фигур пересекались. Приняв за ось вращения прямую О-О, будем вращать фигуры. Каждая из них образует тела вращения: прямоугольник - цилиндр, круг - шар и треугольник - конус.

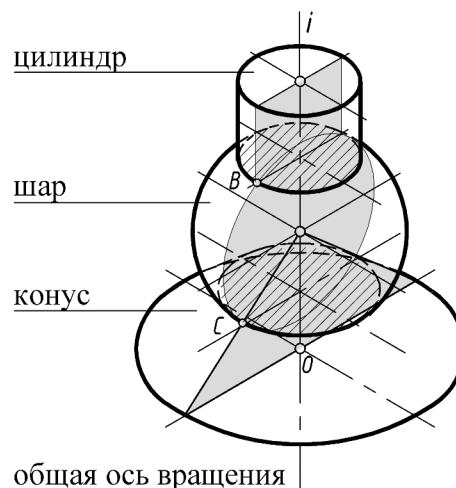
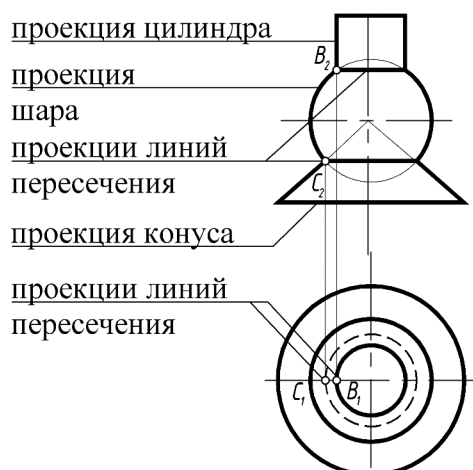
Эти тела вращения называются **соосными**, так как при образовании они имели общую ось вращения.

В то же время поверхности цилиндра, конуса и шара пересекаются между собой:

- а) цилиндр с шаром - по окружности, лежащей в плоскости, перпендикулярной к оси вращения и образованной вращением точки В - пересечения контуров фигур прямоугольника и круга;
- б) конус с шаром - по окружности, лежащей в плоскости, перпендикулярной к оси вращения и образованной вращением точки С - пересечения контуров треугольника и круга.

Отсюда видно, что линией пересечения двух соосных поверхностей вращения является окружность, лежащая в плоскости, перпендикулярной к их оси вращения.

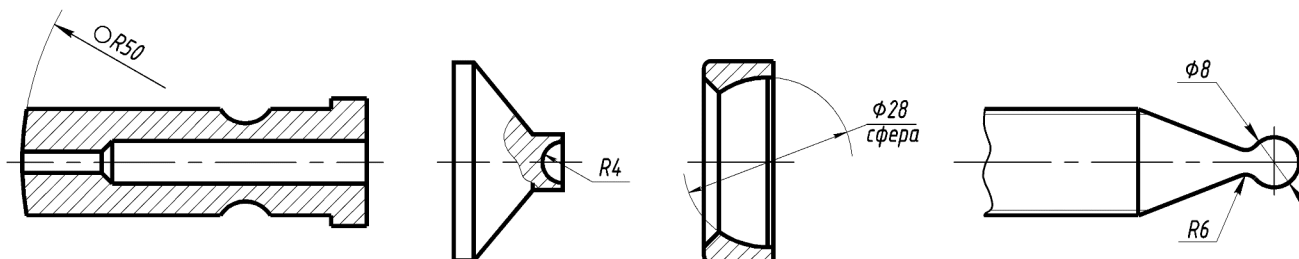
Если общая ось вращения двух тел вращения перпендикулярна одной из плоскостей проекций, то на эту плоскость линия пересечения (окружность) спроецируется в натуральную величину, а на другие плоскости - в виде отрезка прямой линии



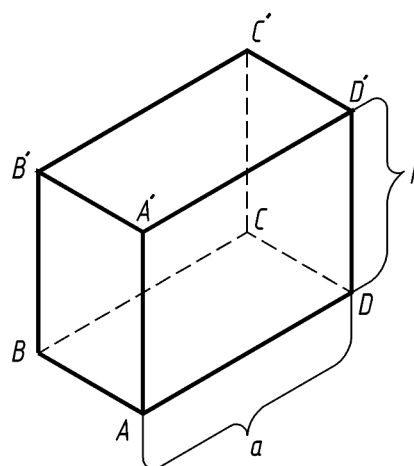
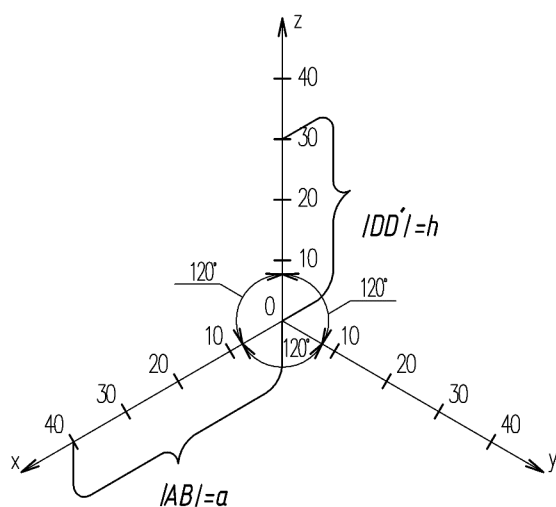
ОБОЗНАЧЕНИЕ СФЕРЫ

Элемент детали сферической формы обозначается размерными линиями, перед которыми наносится знак диаметра "Ø" или радиуса "R".

В тех случаях, когда на чертеже, в виду конструктивных особенностей, трудно отличить сферу от других поверхностей допускается наносить слово "сфера" или знак сферы в виде круга "○" с диаметром равным размерным числом.



МАСШТАБНАЯ ЛИНЕЙКА



Правила пользования масштабной шкалой

Для контроля размеров пользуемся масштабной шкалой.
Например: требуется узнать длины отрезков AD и DD'.

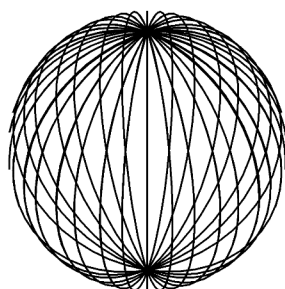
1. Измеряем отрезки AD и DD' на аксонометрической проекции.
2. Переносим их размеры на масштабную шкалу (AD по оси x, DD' по оси z) и узнаем истинный размер:

$$|AD| = 40\text{мм (длина)}$$

$$|DD'| = 30\text{мм (высота)}$$

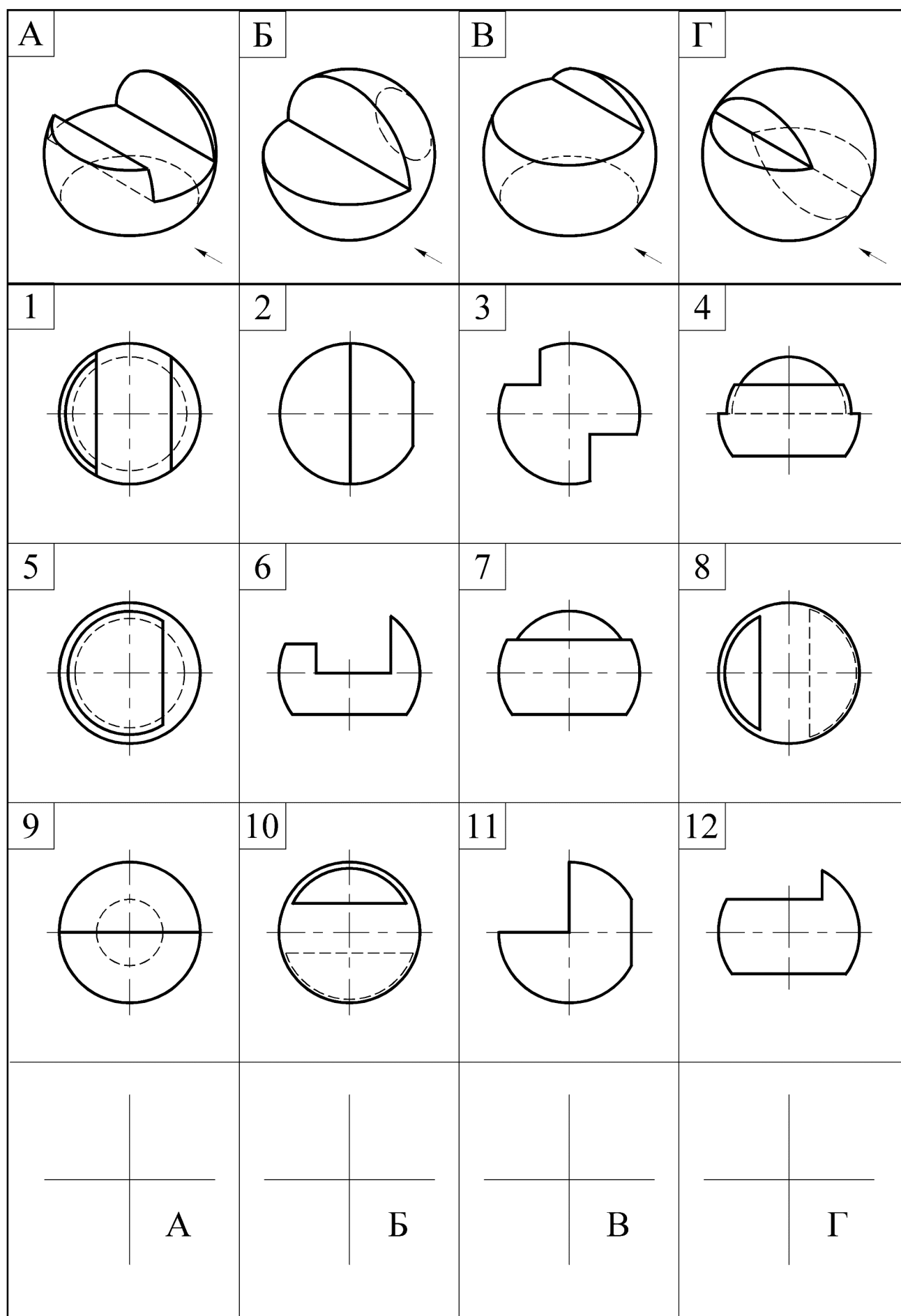
КОНТРОЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ №1

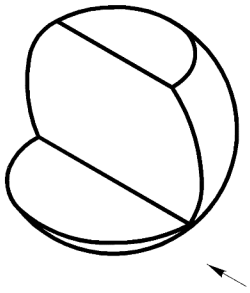
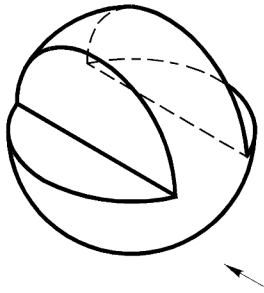
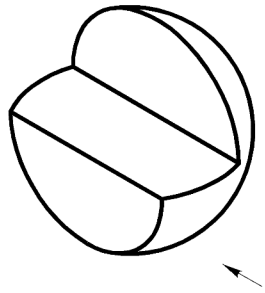
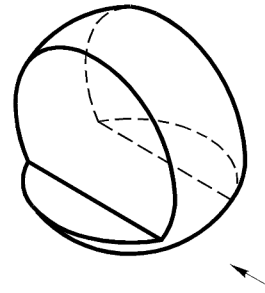
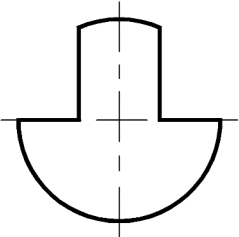
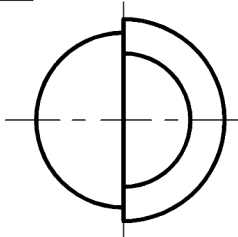
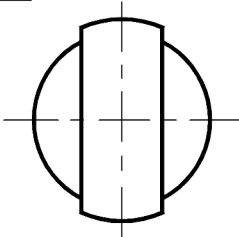
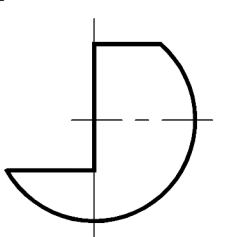
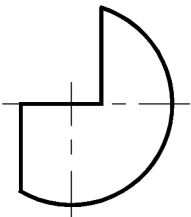
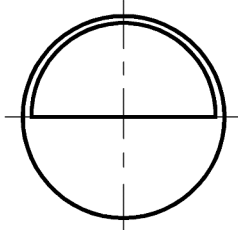
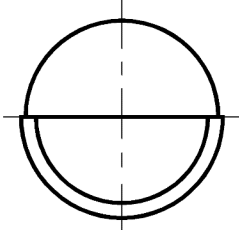
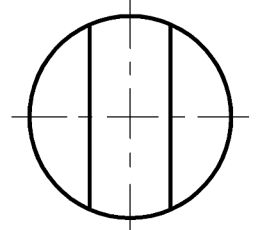
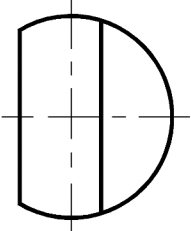
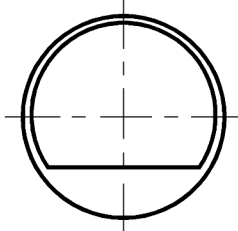
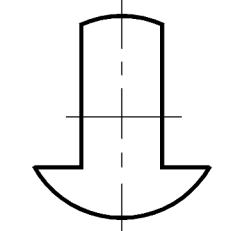
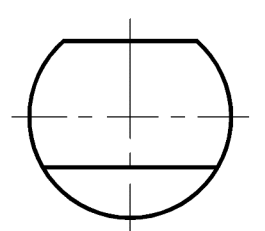
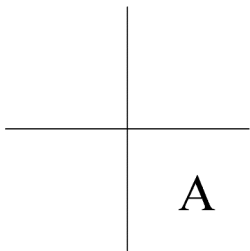
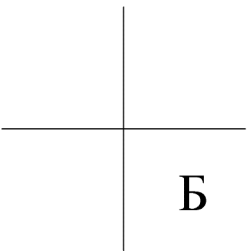
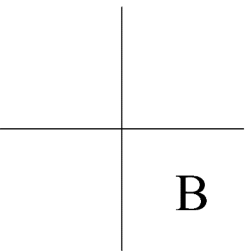
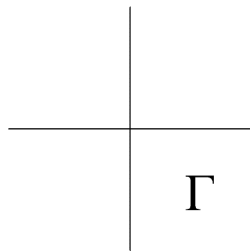
Для заданных аксонометрических проекций
найдите три соответствующие проекции шара
(направление взгляда указано стрелочкой
для выбора вида спереди - фасада)

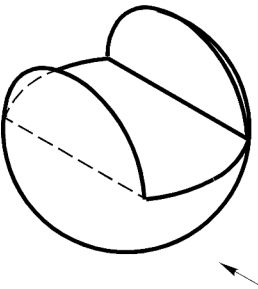
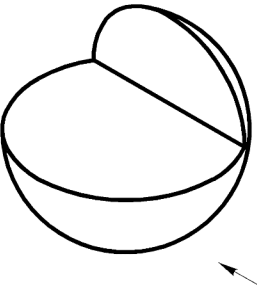
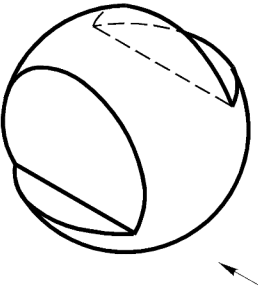
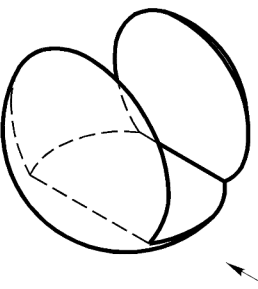
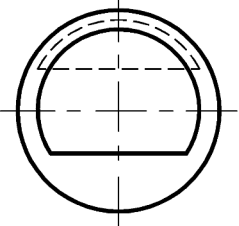
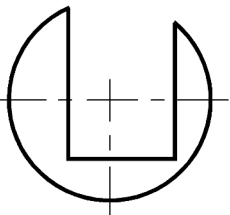
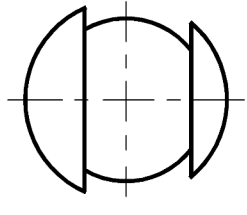
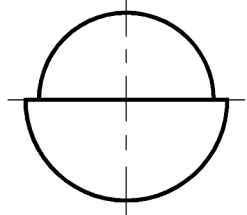
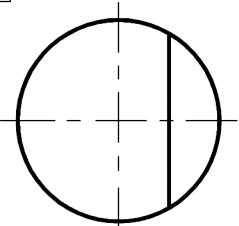
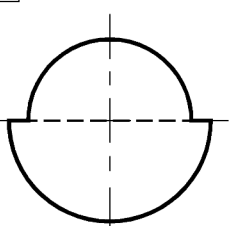
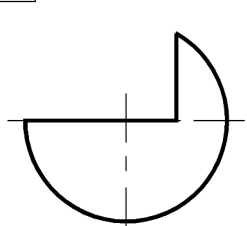
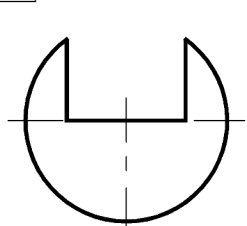
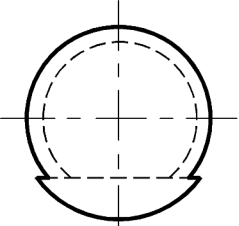
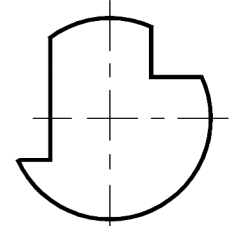
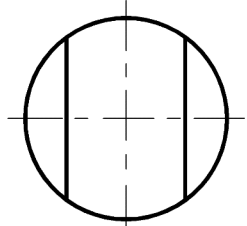
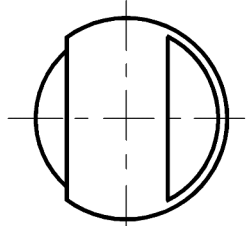
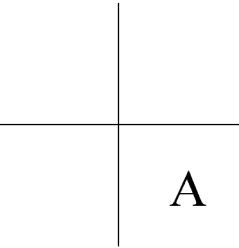
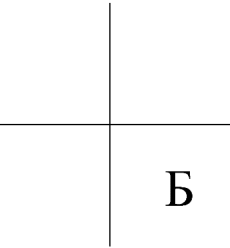
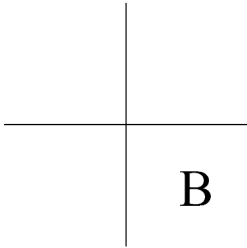
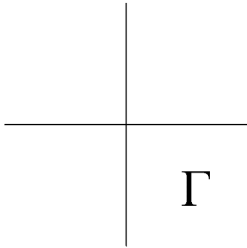


Пример ответа

11	5
9	В



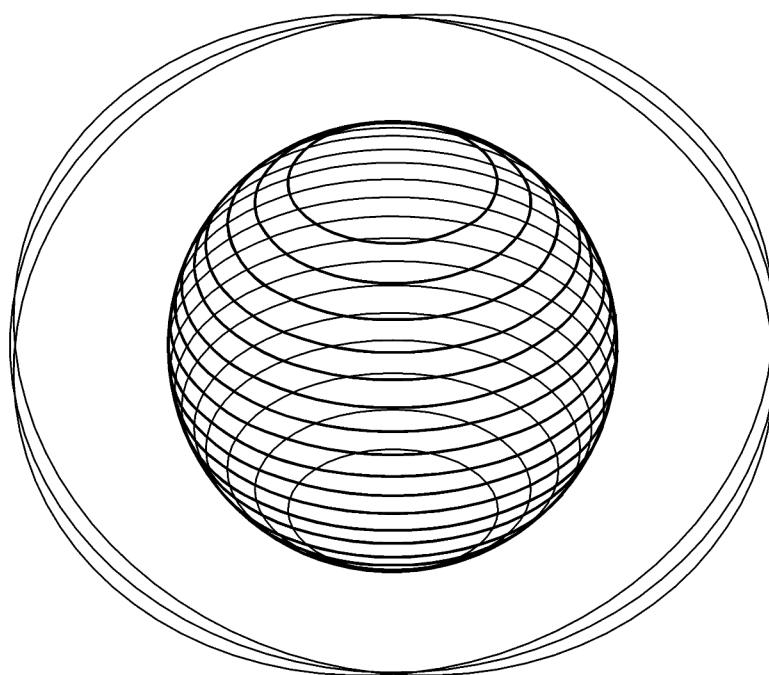
<div data-bbox="156 152 209 212" data-label="Text">А</div> 	<div data-bbox="491 152 544 212" data-label="Text">Б</div> 	<div data-bbox="809 152 861 212" data-label="Text">В</div> 	<div data-bbox="1125 152 1177 212" data-label="Text">Г</div> 
<div data-bbox="156 544 209 604" data-label="Text">1</div> 	<div data-bbox="491 544 544 604" data-label="Text">2</div> 	<div data-bbox="809 544 861 604" data-label="Text">3</div> 	<div data-bbox="1125 544 1177 604" data-label="Text">4</div> 
<div data-bbox="156 916 209 976" data-label="Text">5</div> 	<div data-bbox="491 916 544 976" data-label="Text">6</div> 	<div data-bbox="809 916 861 976" data-label="Text">7</div> 	<div data-bbox="1125 916 1177 976" data-label="Text">8</div> 
<div data-bbox="156 1288 209 1348" data-label="Text">9</div> 	<div data-bbox="491 1288 544 1348" data-label="Text">10</div> 	<div data-bbox="809 1288 861 1348" data-label="Text">11</div> 	<div data-bbox="1125 1288 1177 1348" data-label="Text">12</div> 
 <div data-bbox="368 1865 411 1910" data-label="Text">А</div>	 <div data-bbox="691 1865 727 1910" data-label="Text">Б</div>	 <div data-bbox="1005 1865 1042 1910" data-label="Text">В</div>	 <div data-bbox="1321 1865 1358 1910" data-label="Text">Г</div>

<div data-bbox="164 163 220 219" data-label="Text">А</div> 	<div data-bbox="496 163 552 219" data-label="Text">Б</div> 	<div data-bbox="812 163 868 219" data-label="Text">В</div> 	<div data-bbox="1128 163 1184 219" data-label="Text">Г</div> 
<div data-bbox="164 551 220 607" data-label="Text">1</div> 	<div data-bbox="496 551 552 607" data-label="Text">2</div> 	<div data-bbox="812 551 868 607" data-label="Text">3</div> 	<div data-bbox="1128 551 1184 607" data-label="Text">4</div> 
<div data-bbox="164 922 220 978" data-label="Text">5</div> 	<div data-bbox="496 922 552 978" data-label="Text">6</div> 	<div data-bbox="812 922 868 978" data-label="Text">7</div> 	<div data-bbox="1128 922 1184 978" data-label="Text">8</div> 
<div data-bbox="164 1294 220 1350" data-label="Text">9</div> 	<div data-bbox="496 1294 552 1350" data-label="Text">10</div> 	<div data-bbox="812 1294 868 1350" data-label="Text">11</div> 	<div data-bbox="1128 1294 1184 1350" data-label="Text">12</div> 
 <div data-bbox="379 1868 419 1912" data-label="Text">А</div>	 <div data-bbox="699 1868 738 1912" data-label="Text">Б</div>	 <div data-bbox="1010 1868 1050 1912" data-label="Text">В</div>	 <div data-bbox="1329 1868 1369 1912" data-label="Text">Г</div>

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

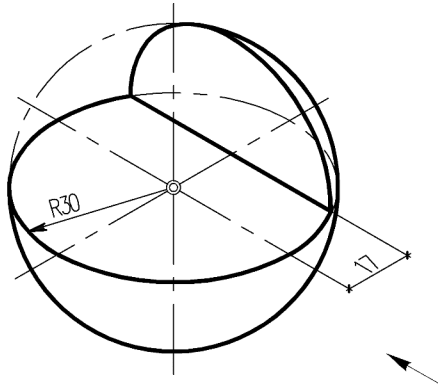
"Сечение шара плоскостью уровня"

1. Построить три проекции шара по аксонометрии (направление взгляда указано стрелочкой)
2. Построить три проекции и аксонометрию шара с вырезом по виду спереди - фасаду

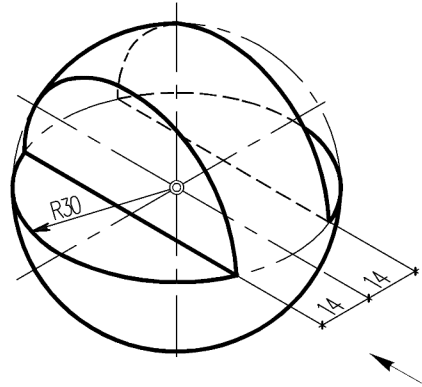


Построить три проекции

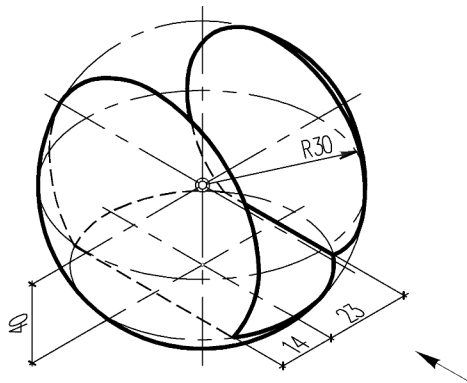
1



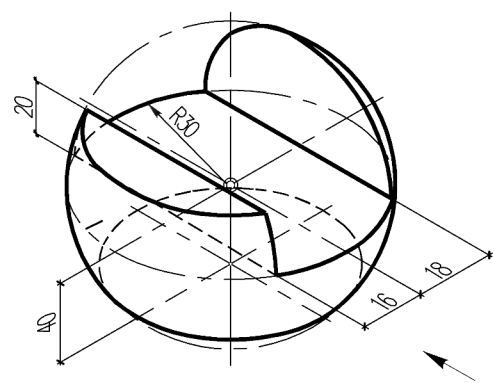
2



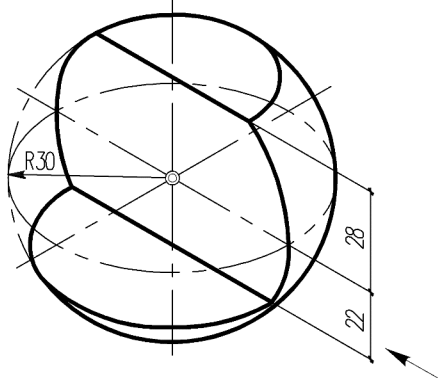
3



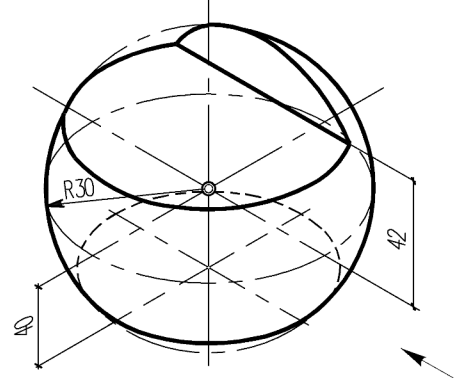
4



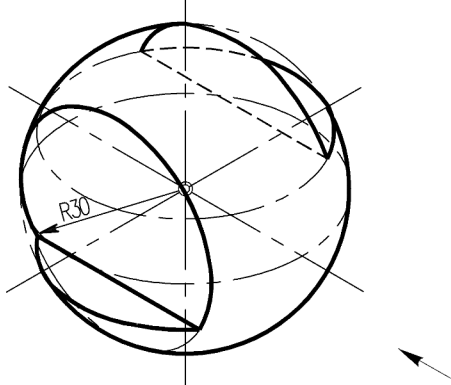
5



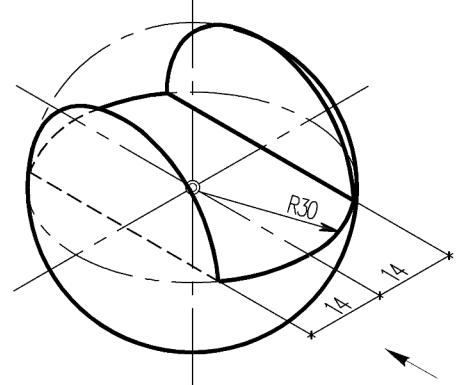
6

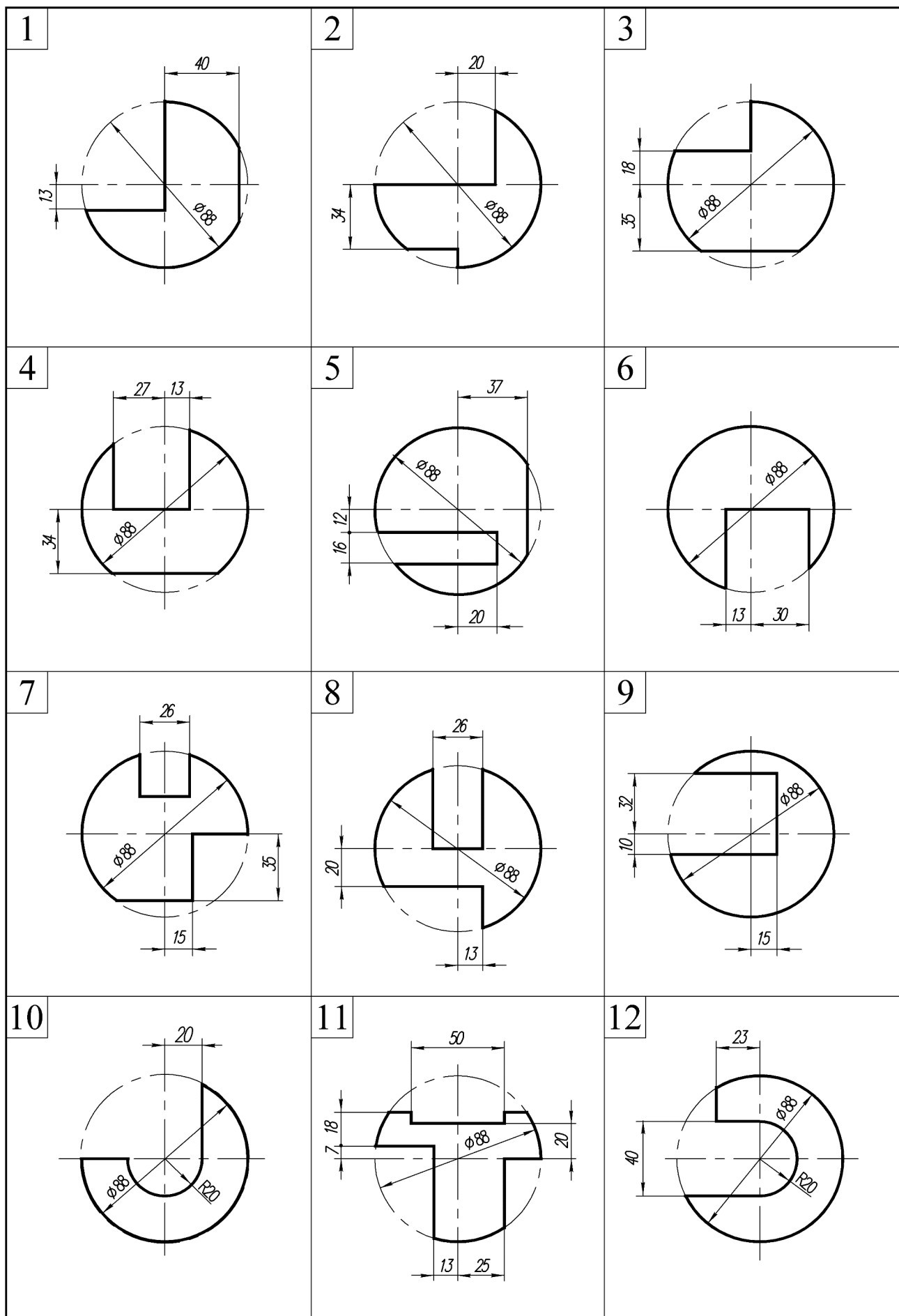


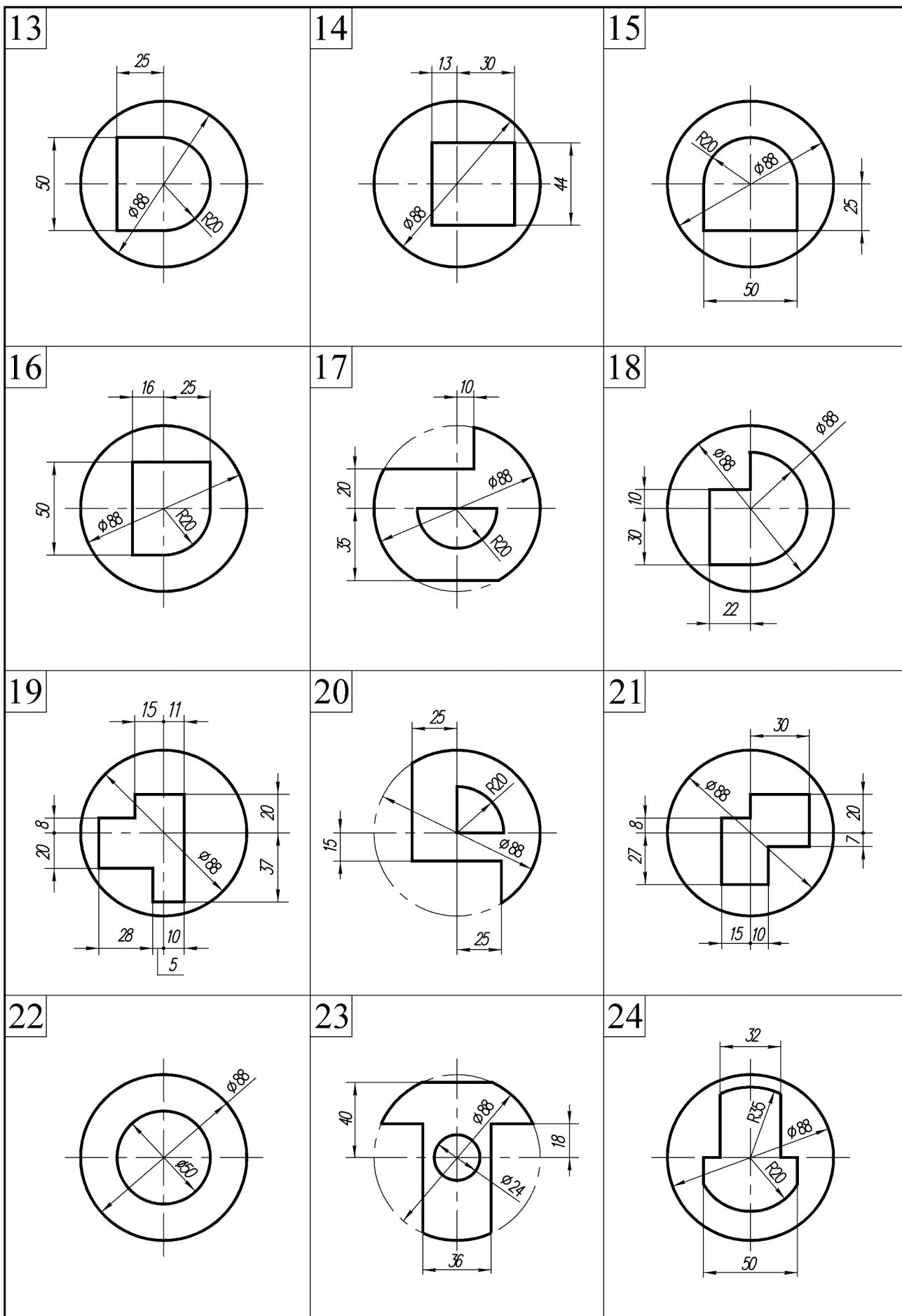
7



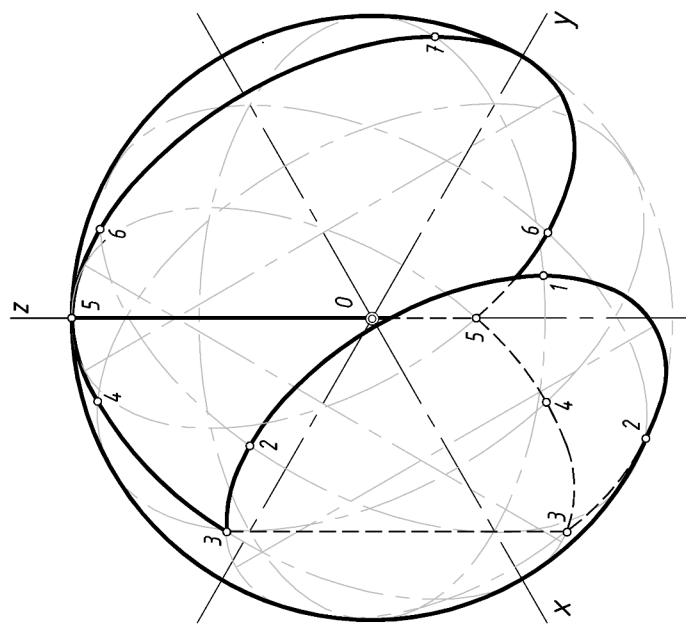
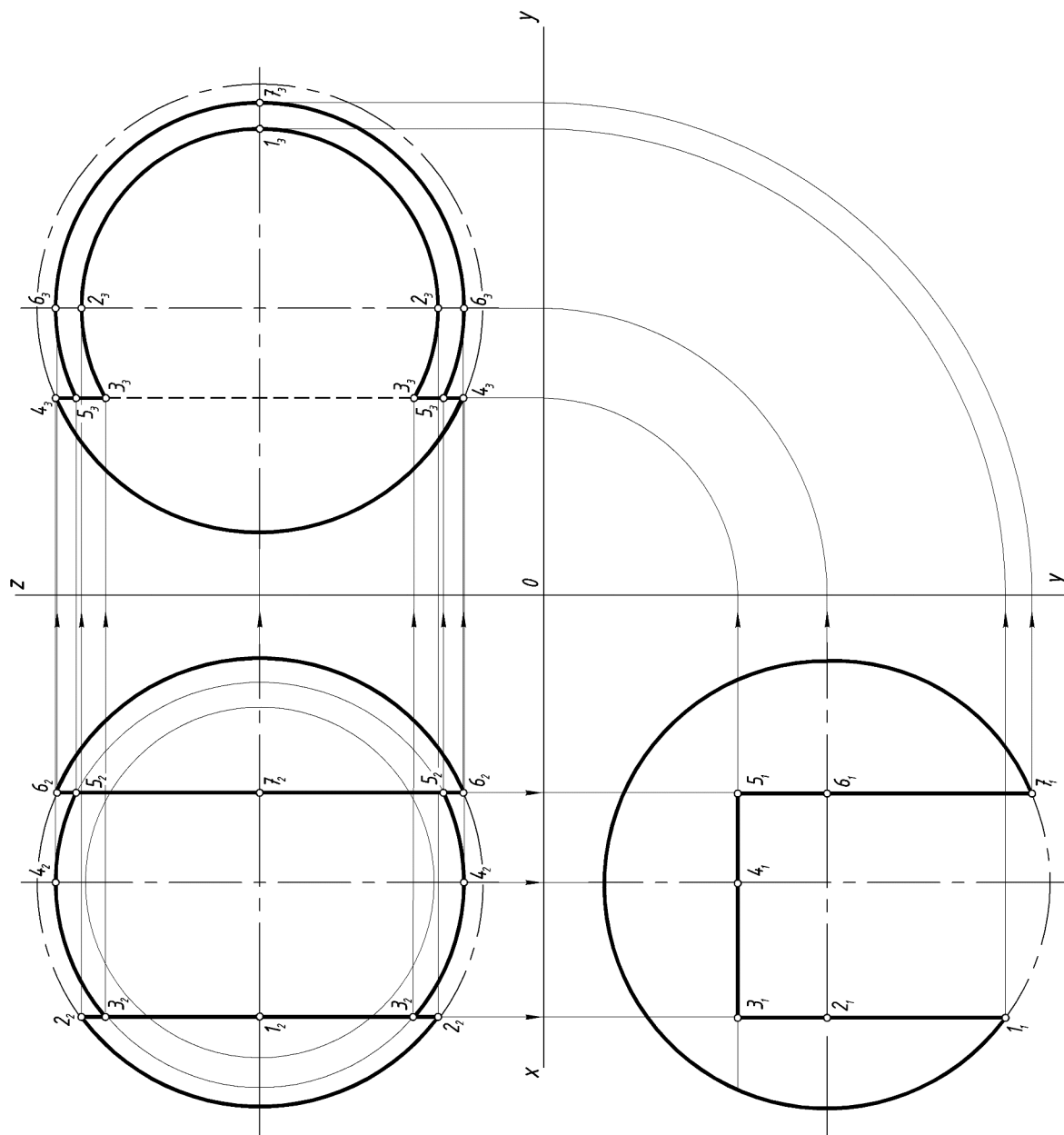
8





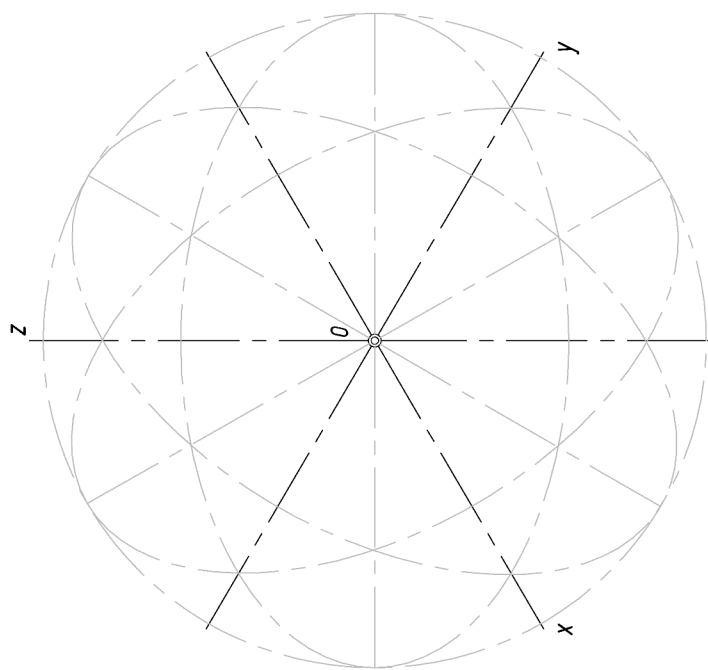
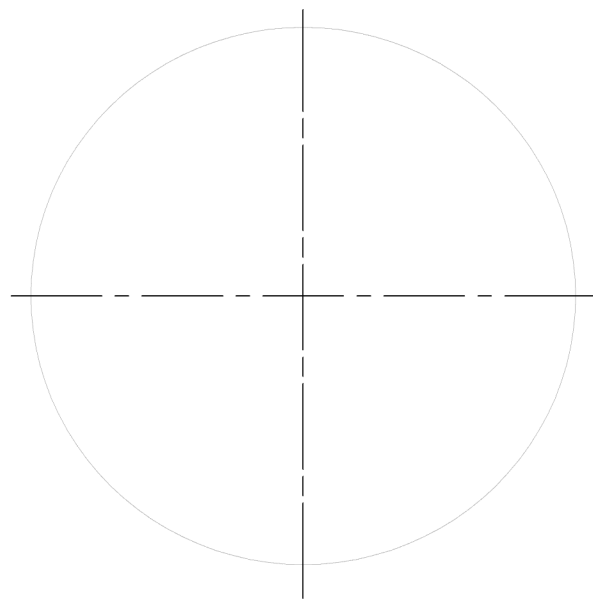
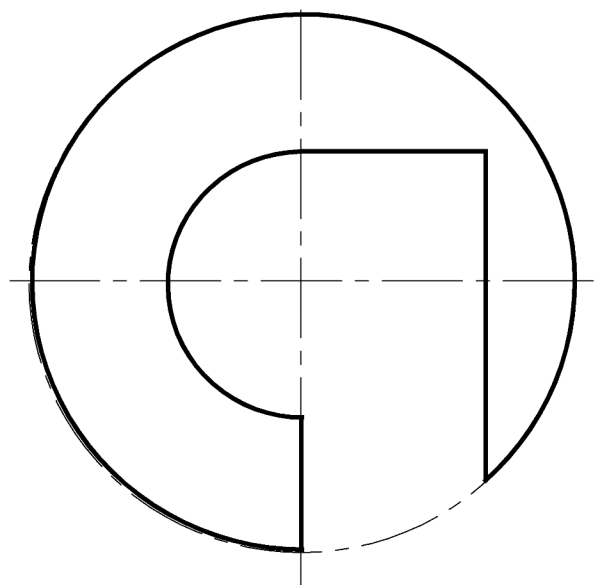
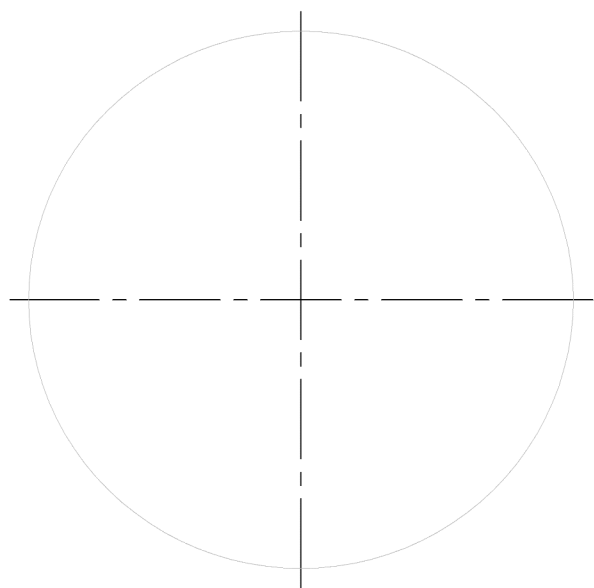


Построить три проекции шара с вырезом
и аксонометрическую проекцию
по одной из заданных проекций



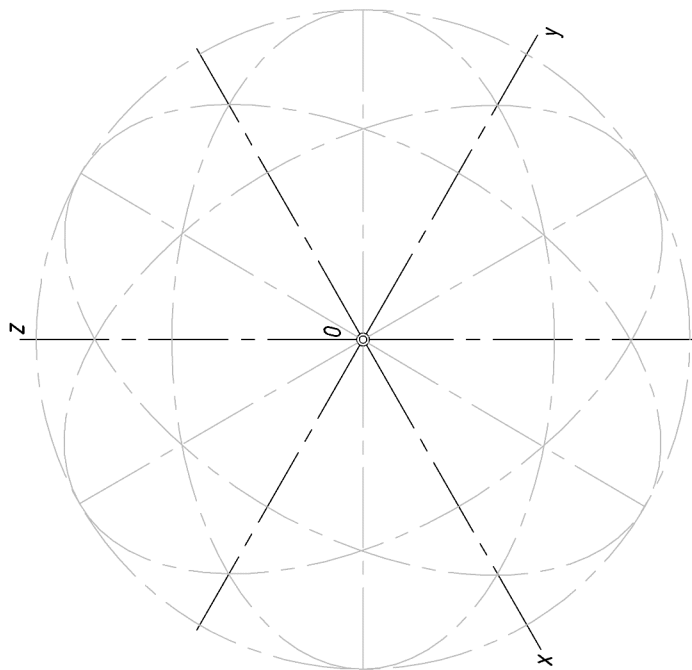
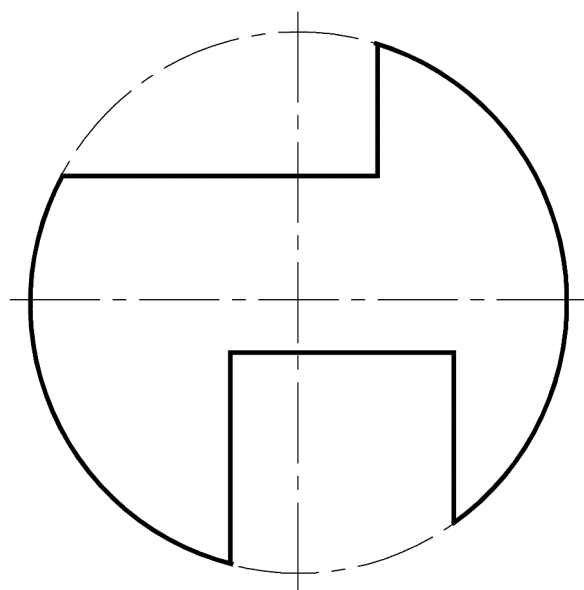
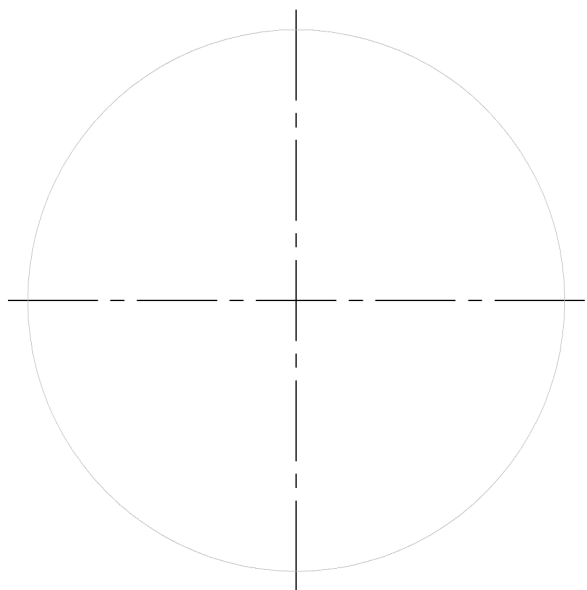
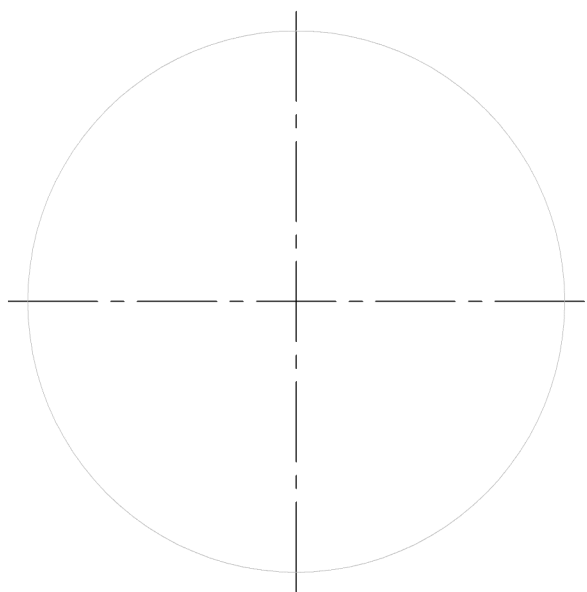
Образец выполнения задания "Сечение шара плоскостью уровня"

Построить три проекции шара
и аксонометрическую проекцию
по одной из заданных проекций



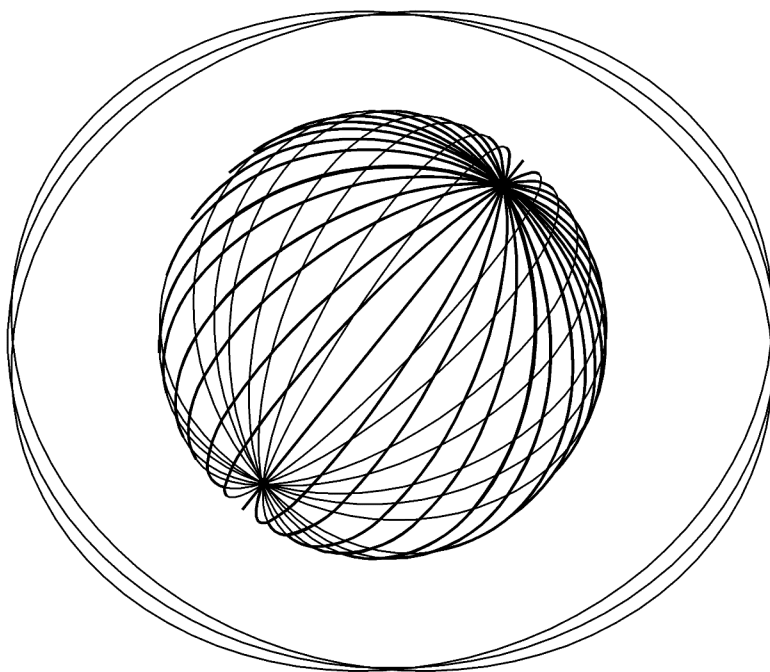
Тренировочное упражнение 1

Построить три проекции шара
и аксонометрическую проекцию
по одной из заданных проекций

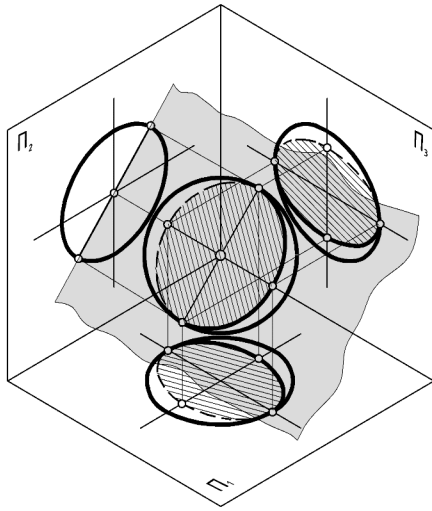


Тренировочное упражнение 2

Сечение поверхности шара наклонной плоскостью



СЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ШАРА НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТЬЮ

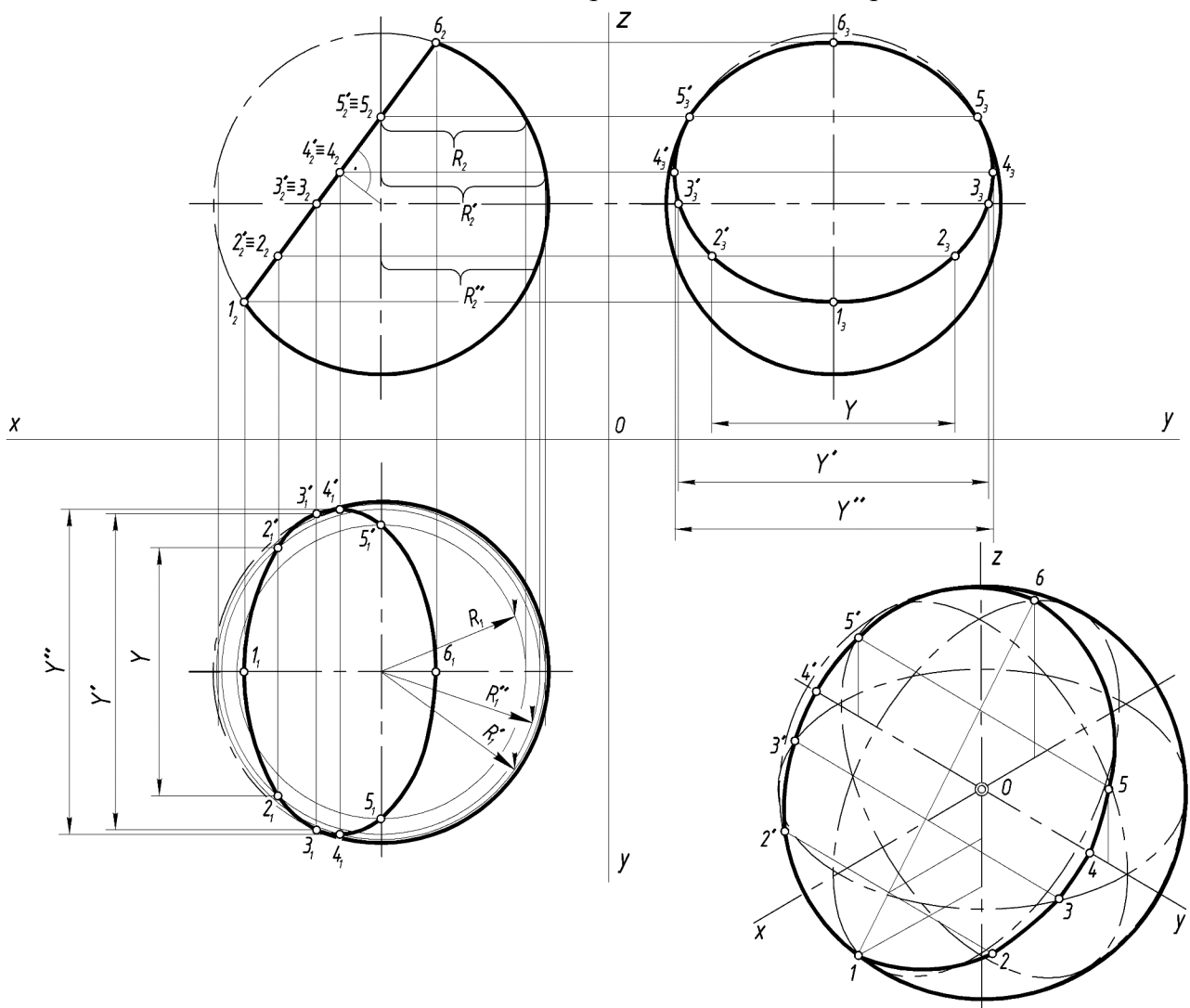


Фронтально-проецирующая плоскость наклонена к плоскостям проекций Π_1 и Π_3 , в результате чего фигура в сечении - окружность - проецируется на них с искажением в виде эллипса.

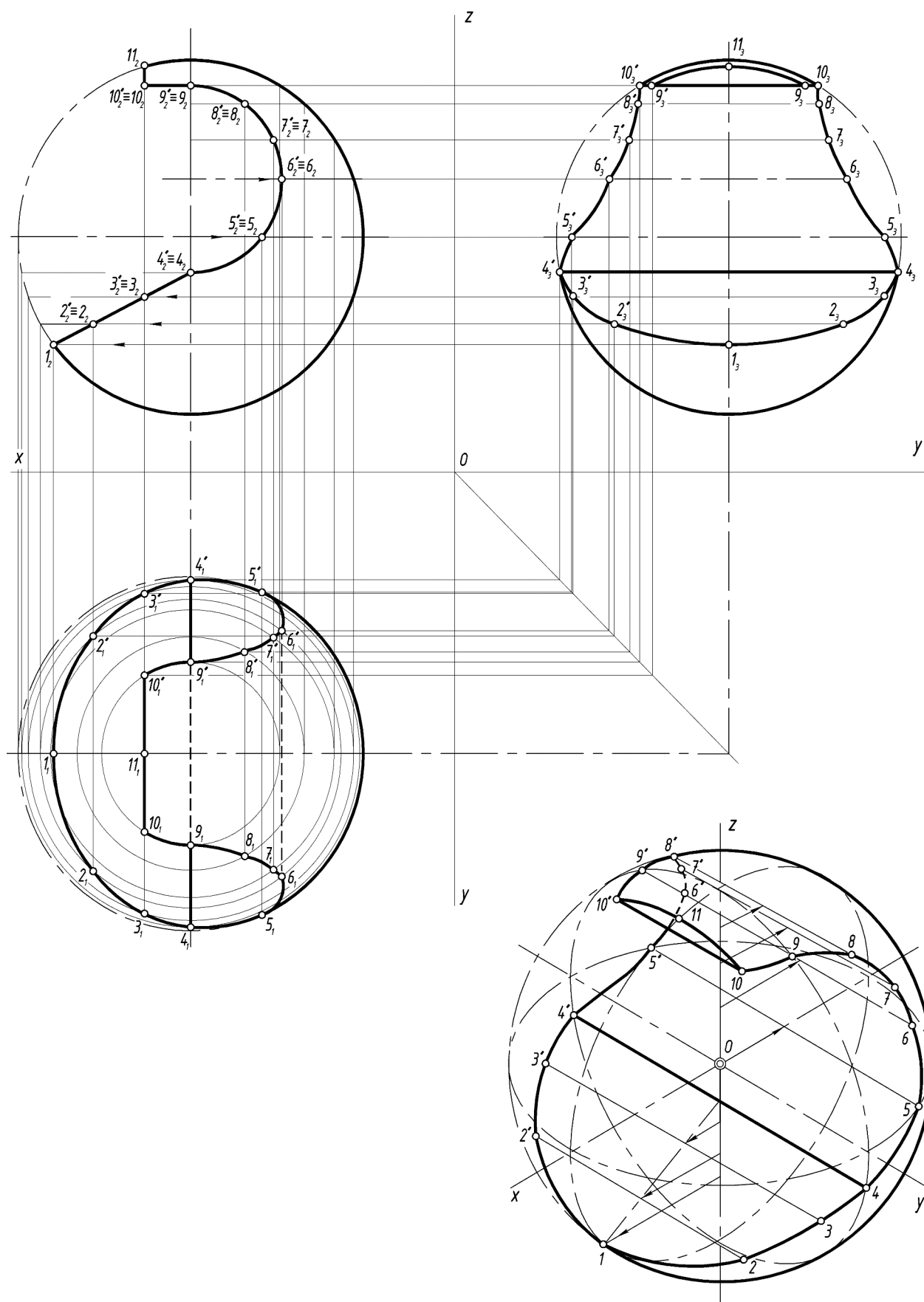
Характерные точки: 1 и 6 - высшая и низшая, они же являются концами малой оси эллипса. Точки $4'_3$ и 4_3 - концы большой оси эллипса, равной диаметру окружности сечения (фронтальные проекции их расположены на середине 1_2 6_2 малой оси).

Промежуточные точки на видах сверху и слева, например точки 2, 4 и 5, определяются с помощью вспомогательных окружностей R_2 , R'_2 и R''_2 , проведенных через них на поверхности шара.

Профильная проекция точек эллипса построена способом координат.

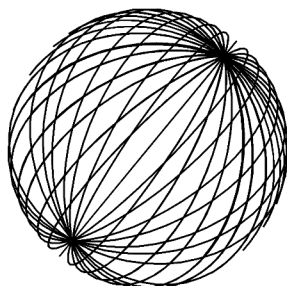


ПРОЕКЦИИ ШАРА С ВЫРЕЗОМ, УСЕЧЕННОГО НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТЬЮ



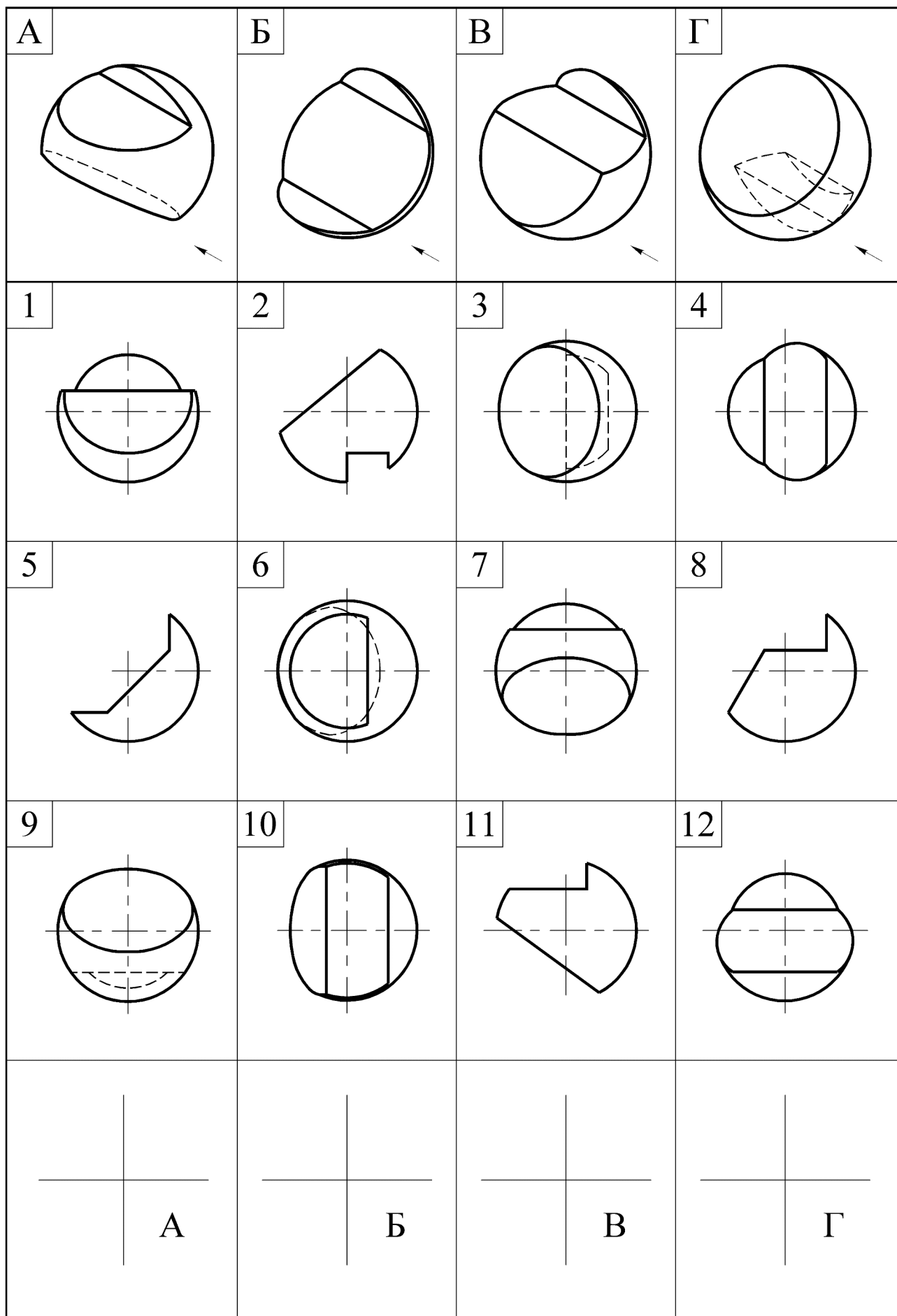
КОНТРОЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ №2

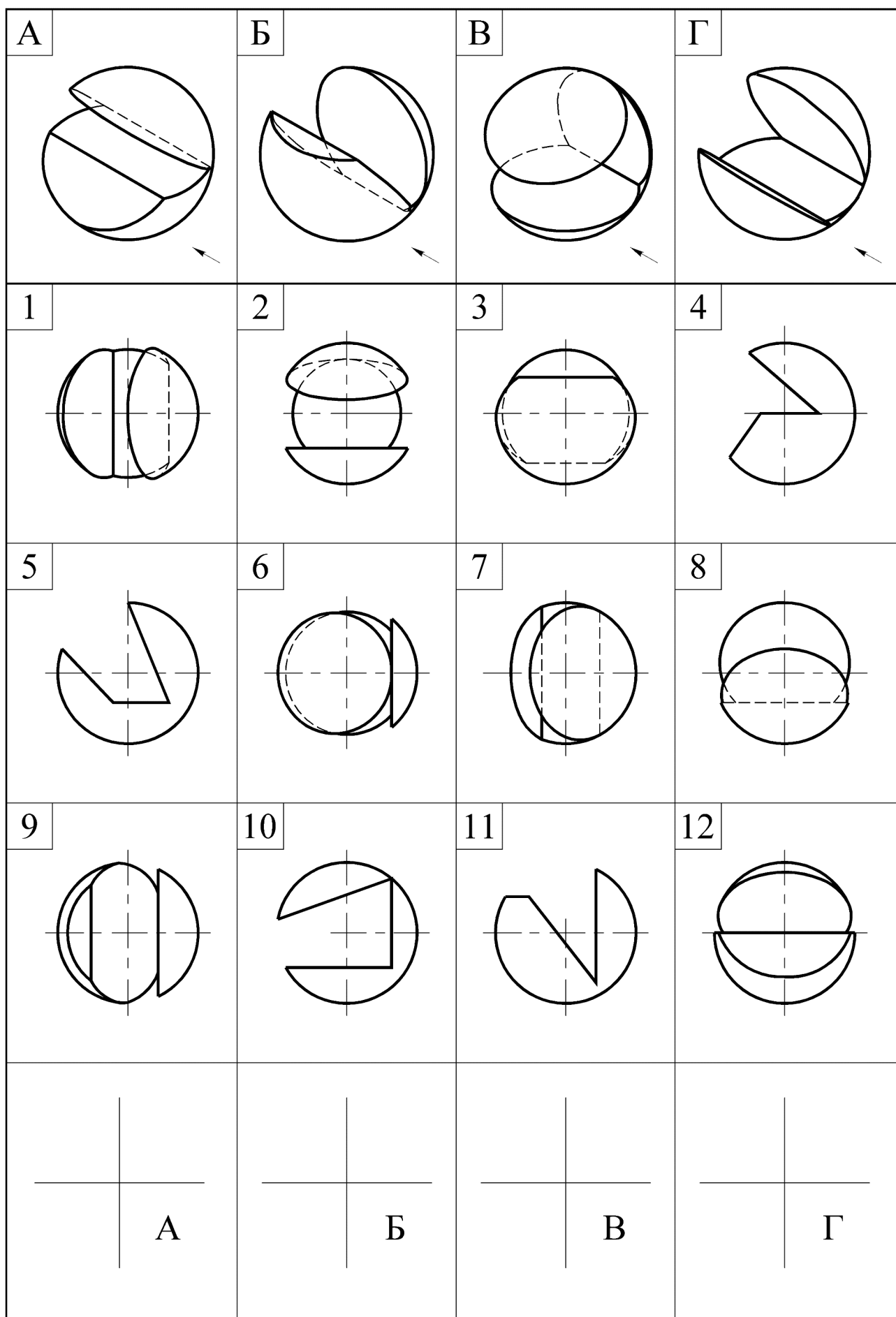
Для заданных аксонометрических проекций
найдите три соответствующие проекции шара
(направление взгляда указано стрелочкой
для выбора вида спереди - фасада)

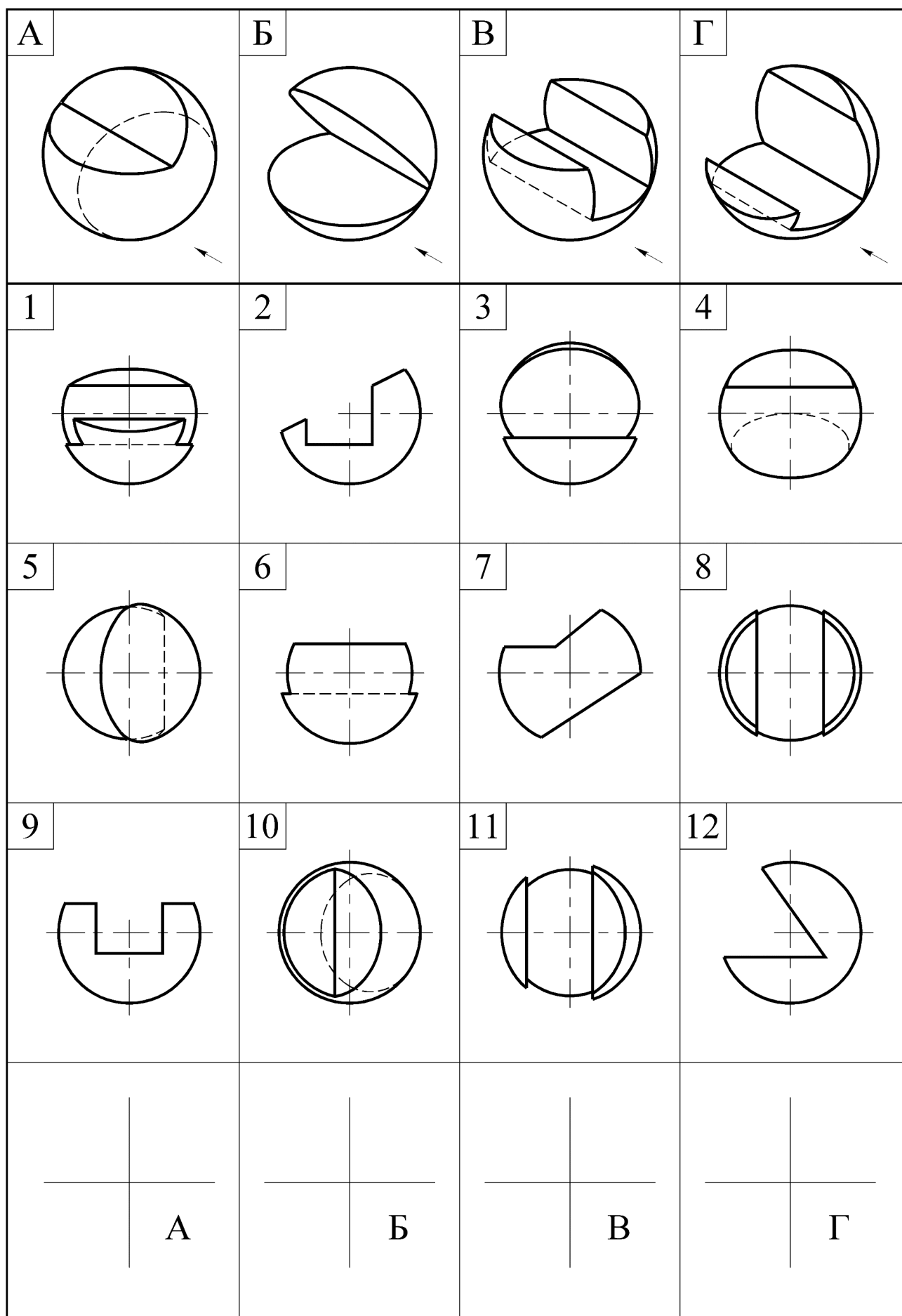


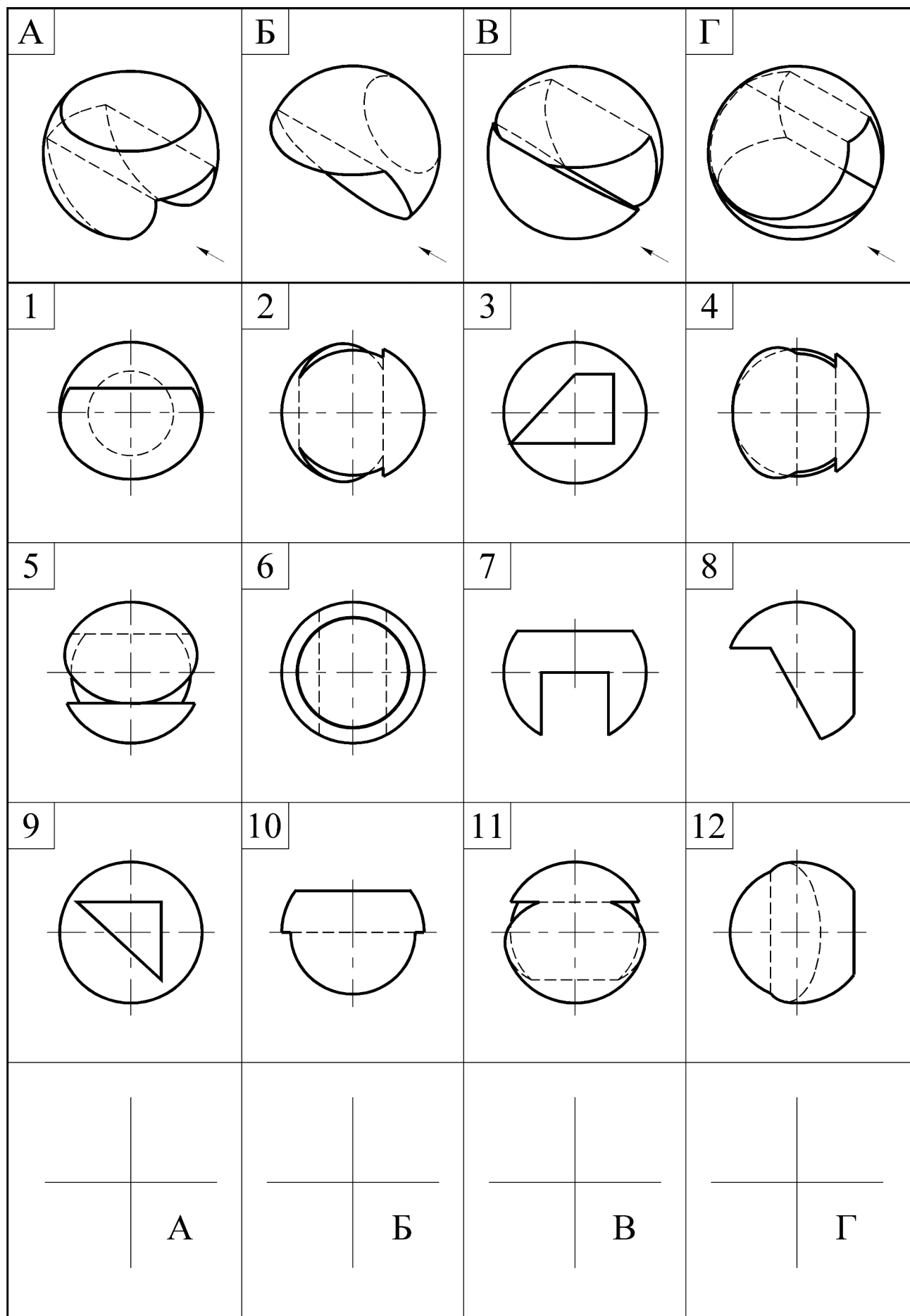
Пример ответа

12	6
9	Д





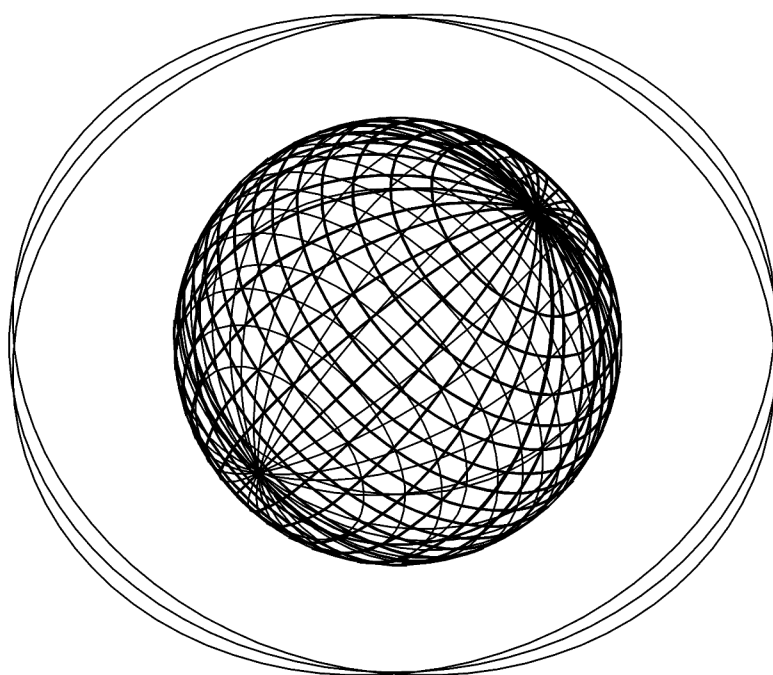




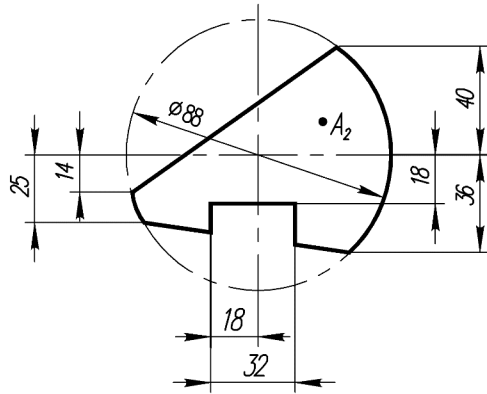
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

"Сечение шара наклонной плоскостью"

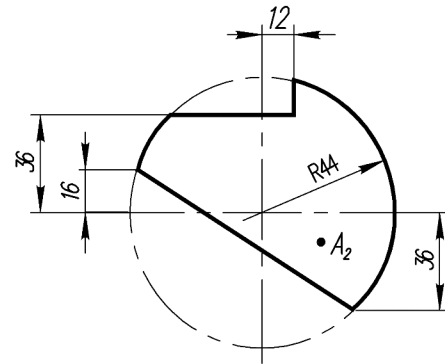
Построить три проекции и аксонометрию шара с вырезом по фасаду (вид спереди)



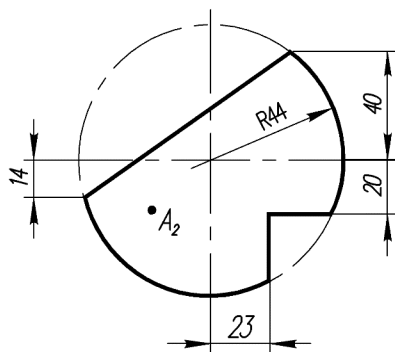
1



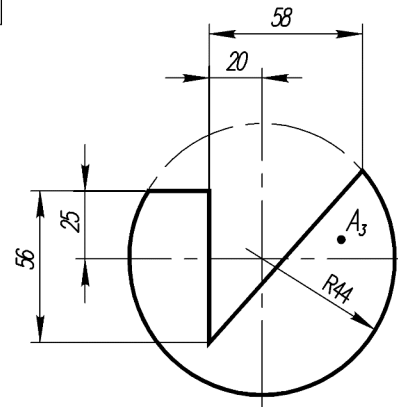
2



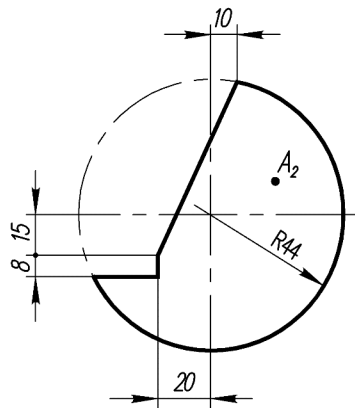
3



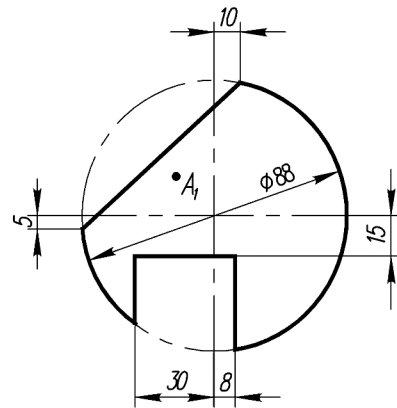
4



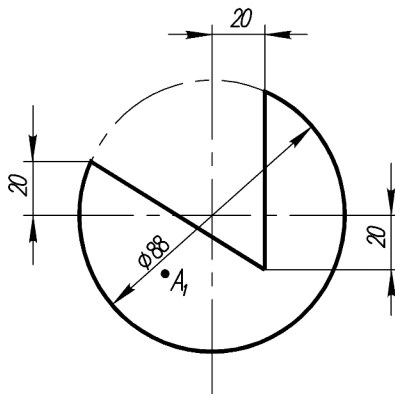
5



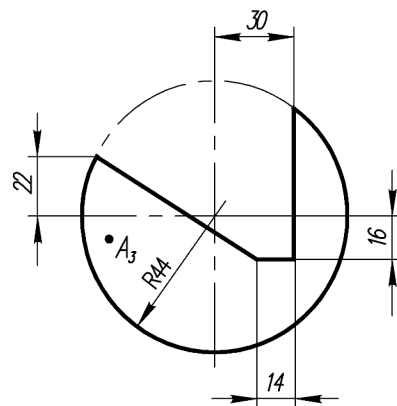
6



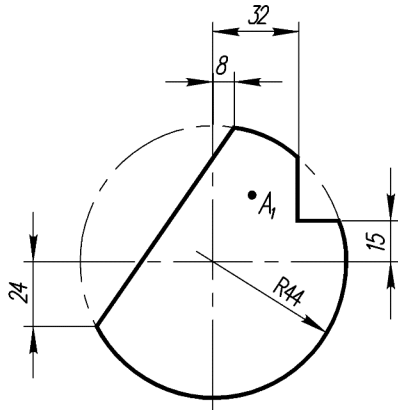
7



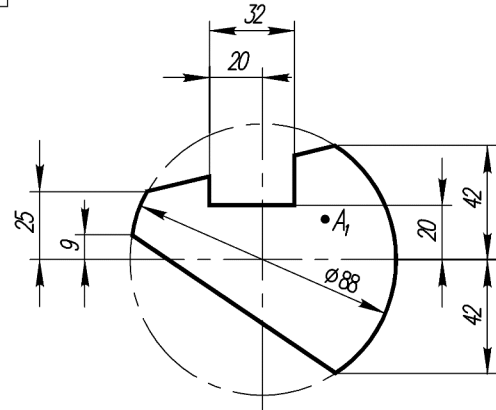
8



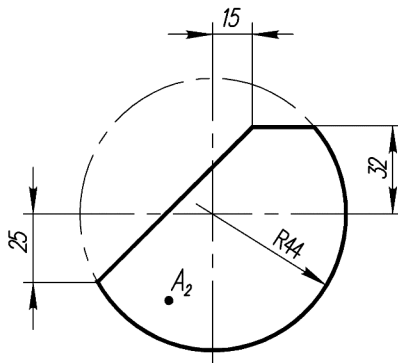
9



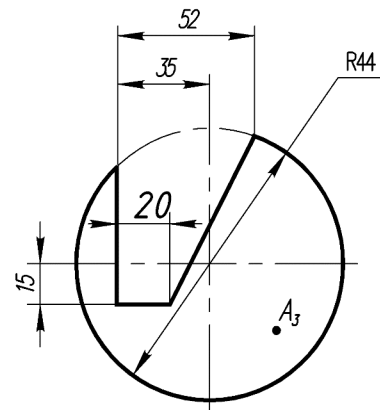
10



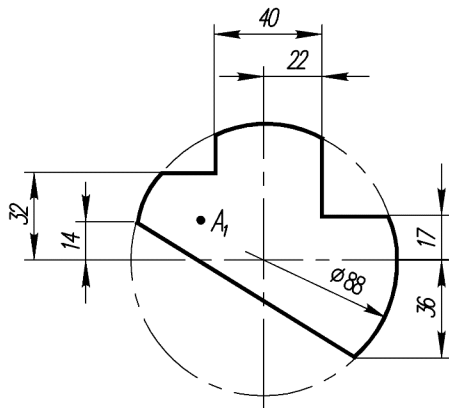
11



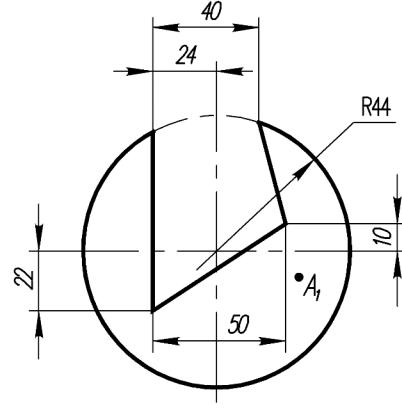
12



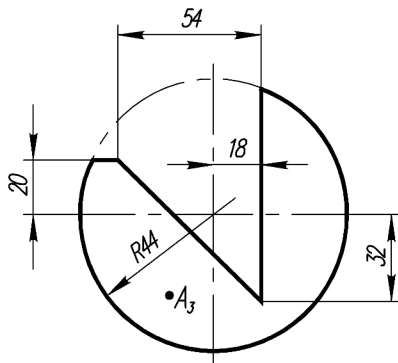
13



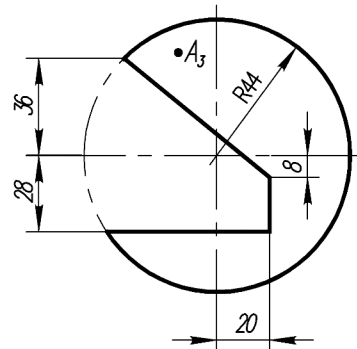
14



15

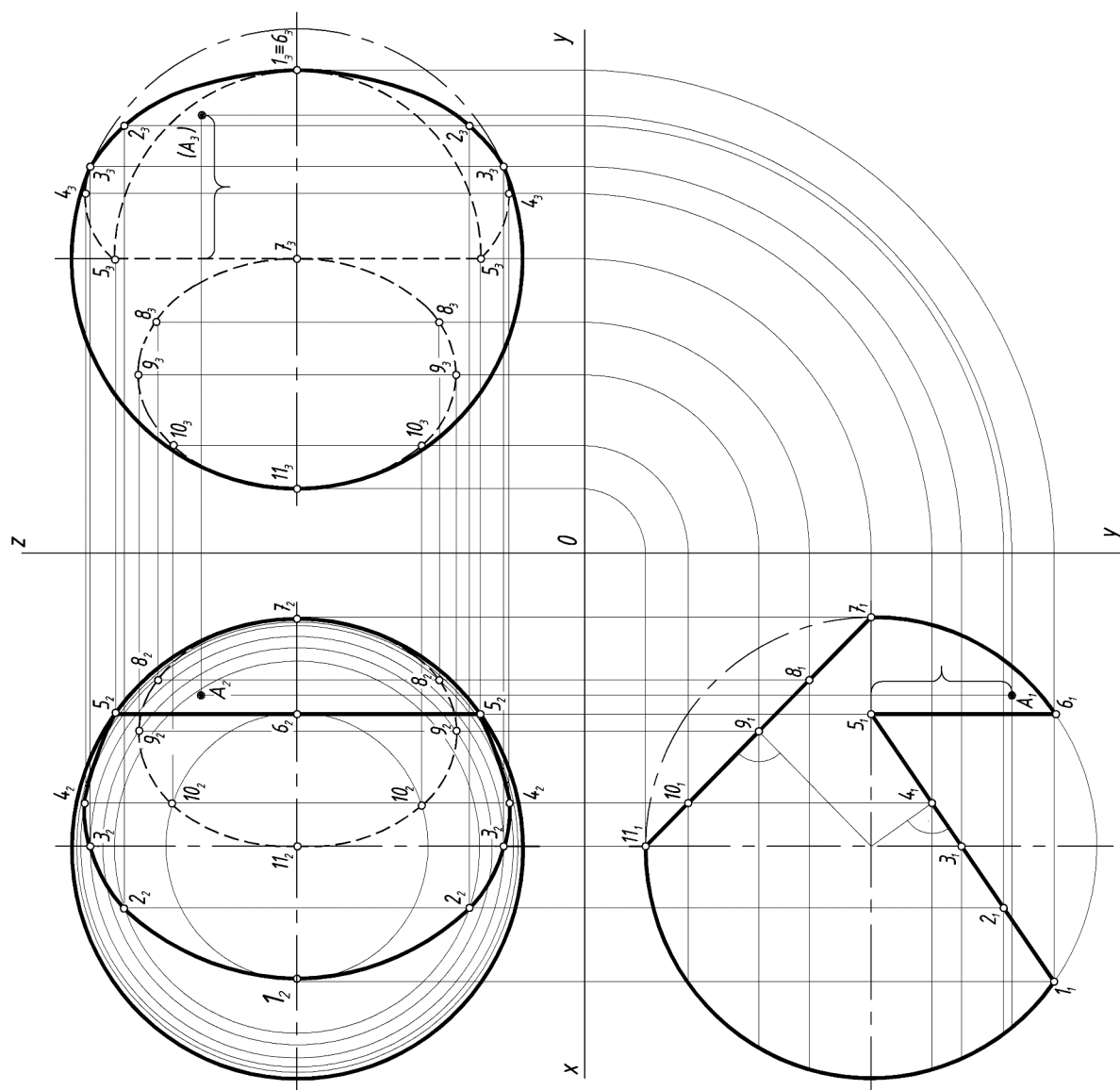


16

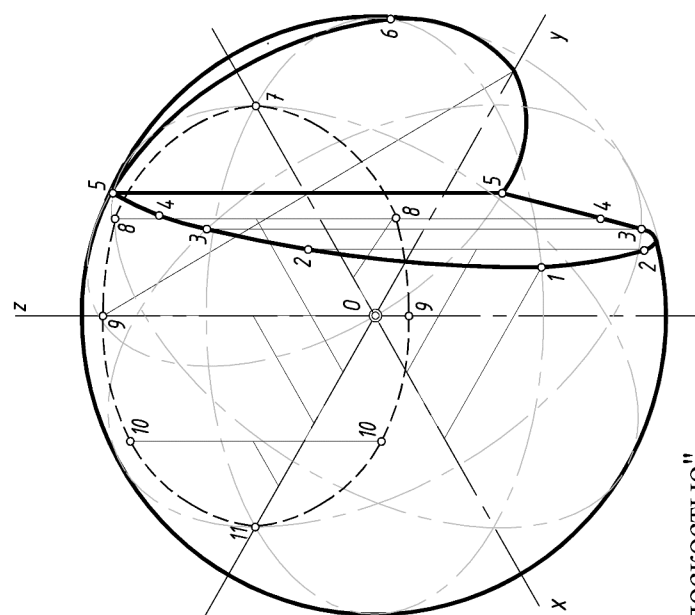


Построить три проекции шара с вырезом и аксонометрическую проекцию по одной из заданных проекций.

Проекции точек обозначаются прописными (большими) буквами латинского алфавита с тем же индексом как и плоскость, на которую точка проецируется:
 А1 - горизонтальная проекция,
 А2 - фронтальная проекция,
 А3 - профильная проекция точки

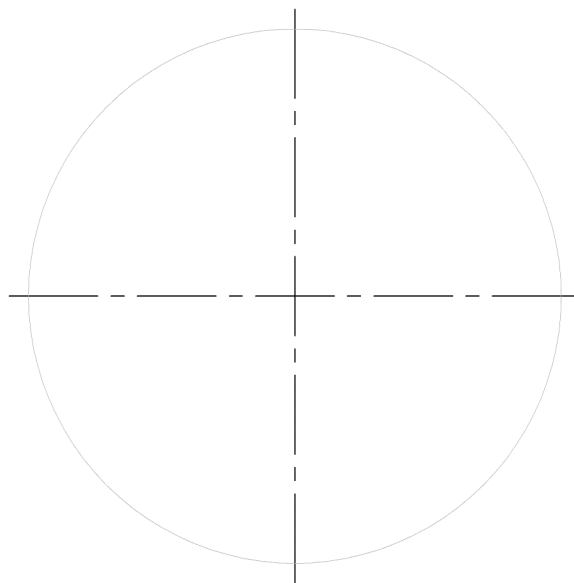
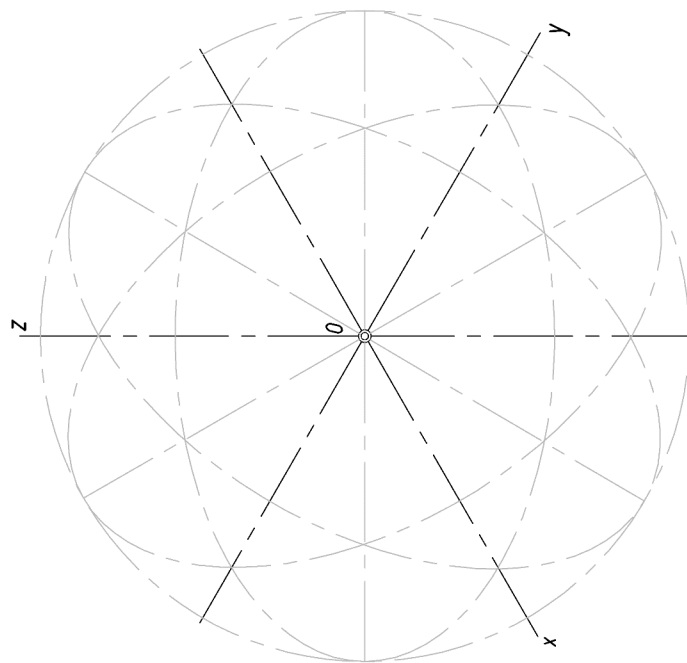
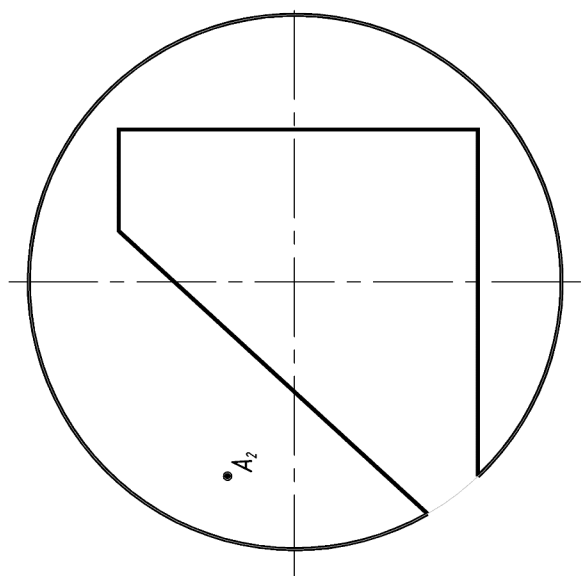
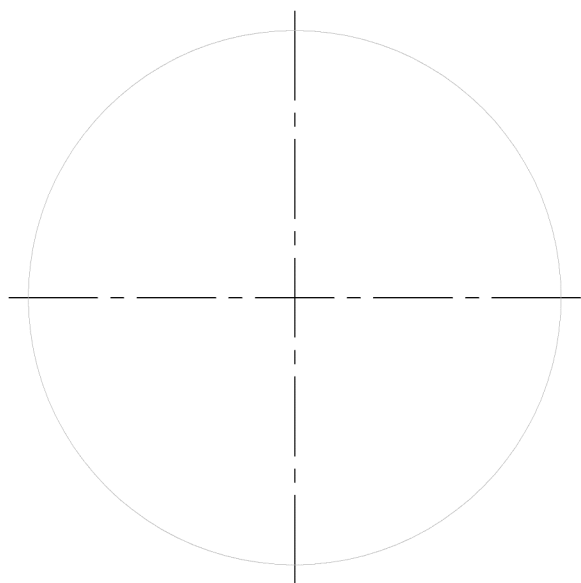


Образец выполнения задания "Сечение шара наклонной плоскостью"



Построить три проекции шара
и аксонометрическую проекцию
по одной из заданных проекций.
Найти точку на поверхности.

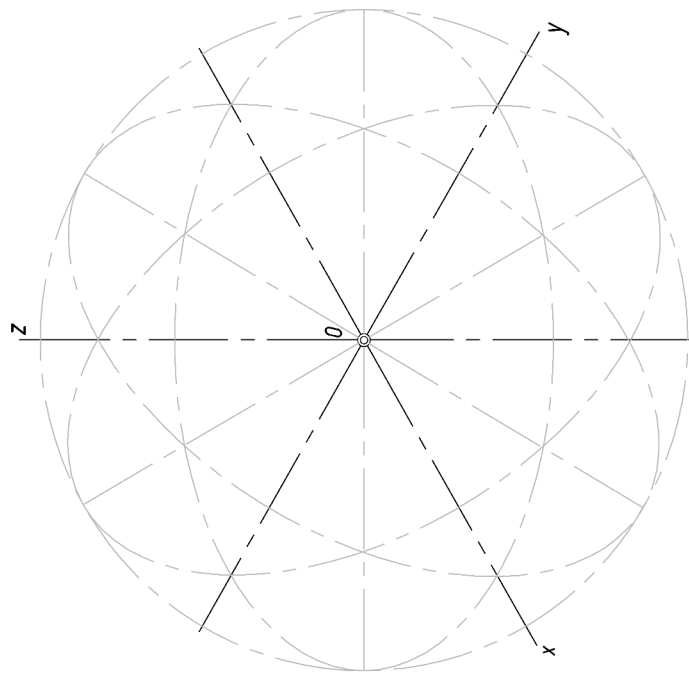
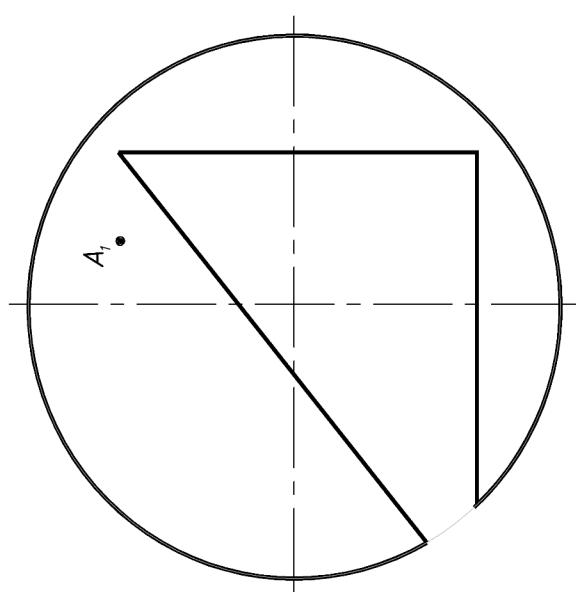
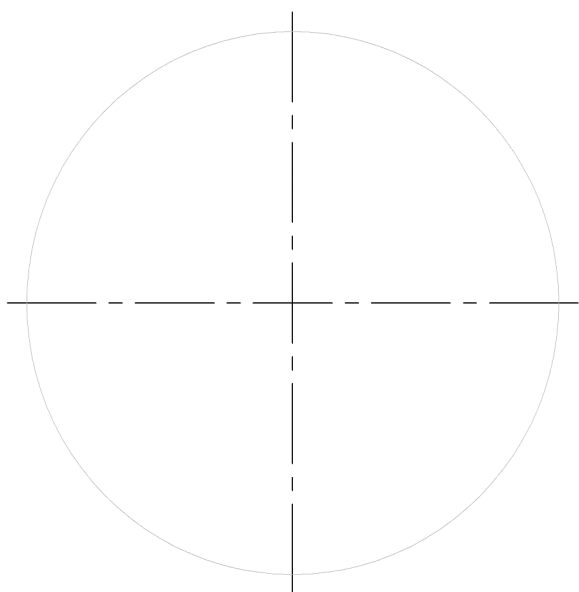
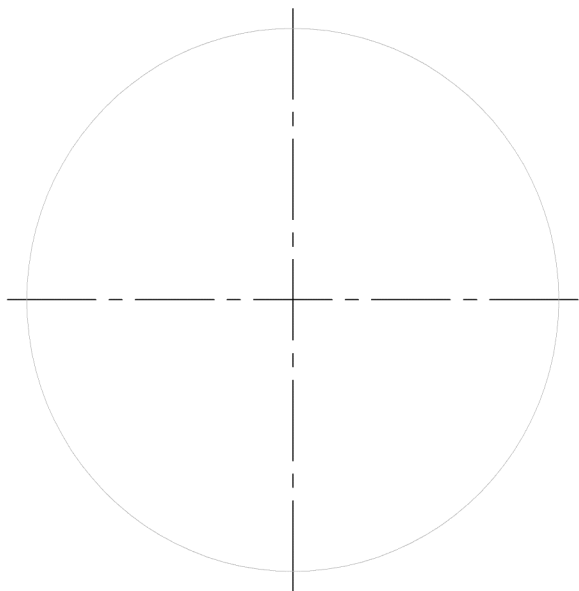
Линии построения сохранить



Тренировочное упражнение 3

Построить три проекции шара
и аксонометрическую проекцию
по одной из заданных проекций.
Найти точку на поверхности.

Линии построения сохранить



Тренировочное упражнение 4

О Т В Е Т Ы для самопроверки по ТЕСТИРОВАНИЮ

Контрольное тестирование №1

стр.20	А $\begin{array}{r l} 6 & 4 \\ \hline 1 & \end{array}$	Б $\begin{array}{r l} 11 & 9 \\ \hline 2 & \end{array}$	В $\begin{array}{r l} 12 & 7 \\ \hline 5 & \end{array}$	Г $\begin{array}{r l} 3 & 10 \\ \hline 8 & \end{array}$
стр.21	А $\begin{array}{r l} 4 & 12 \\ \hline 2 & \end{array}$	Б $\begin{array}{r l} 1 & 6 \\ \hline 8 & \end{array}$	В $\begin{array}{r l} 5 & 7 \\ \hline 9 & \end{array}$	Г $\begin{array}{r l} 11 & 10 \\ \hline 3 & \end{array}$
стр.22	А $\begin{array}{r l} 8 & 6 \\ \hline 11 & \end{array}$	Б $\begin{array}{r l} 7 & 4 \\ \hline 5 & \end{array}$	В $\begin{array}{r l} 10 & 12 \\ \hline 1 & \end{array}$	Г $\begin{array}{r l} 2 & 9 \\ \hline 3 & \end{array}$

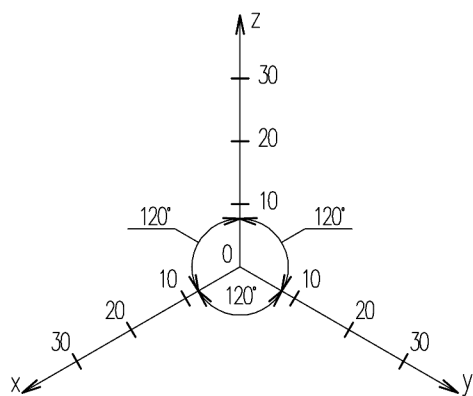
Контрольное тестирование №2

стр.34	А $\begin{array}{r l} 11 & 7 \\ \hline 6 & \end{array}$	Б $\begin{array}{r l} 5 & 12 \\ \hline 4 & \end{array}$	В $\begin{array}{r l} 8 & 1 \\ \hline 10 & \end{array}$	Г $\begin{array}{r l} 2 & 9 \\ \hline 3 & \end{array}$
стр.35	А $\begin{array}{r l} 4 & 12 \\ \hline 7 & \end{array}$	Б $\begin{array}{r l} 11 & 3 \\ \hline 9 & \end{array}$	В $\begin{array}{r l} 10 & 2 \\ \hline 6 & \end{array}$	Г $\begin{array}{r l} 5 & 8 \\ \hline 1 & \end{array}$
стр.36	А $\begin{array}{r l} 7 & 4 \\ \hline 10 & \end{array}$	Б $\begin{array}{r l} 12 & 3 \\ \hline 5 & \end{array}$	В $\begin{array}{r l} 9 & 6 \\ \hline 8 & \end{array}$	Г $\begin{array}{r l} 2 & 1 \\ \hline 11 & \end{array}$
стр.37	А $\begin{array}{r l} 7 & 10 \\ \hline 6 & \end{array}$	Б $\begin{array}{r l} 8 & 1 \\ \hline 12 & \end{array}$	В $\begin{array}{r l} 9 & 11 \\ \hline 2 & \end{array}$	Г $\begin{array}{r l} 3 & 5 \\ \hline 4 & \end{array}$

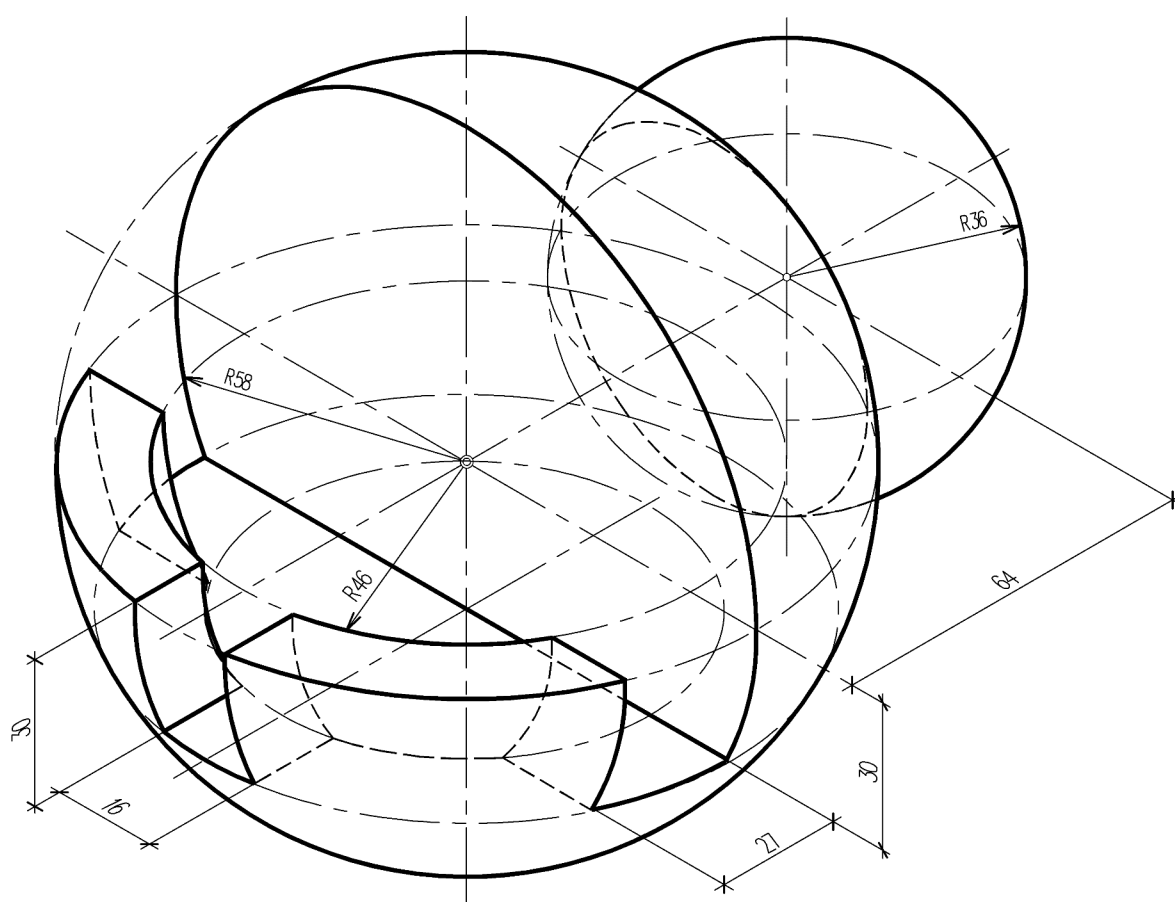
ЗАДАНИЯ

"Три проекции шара
по аксонометрической проекции"

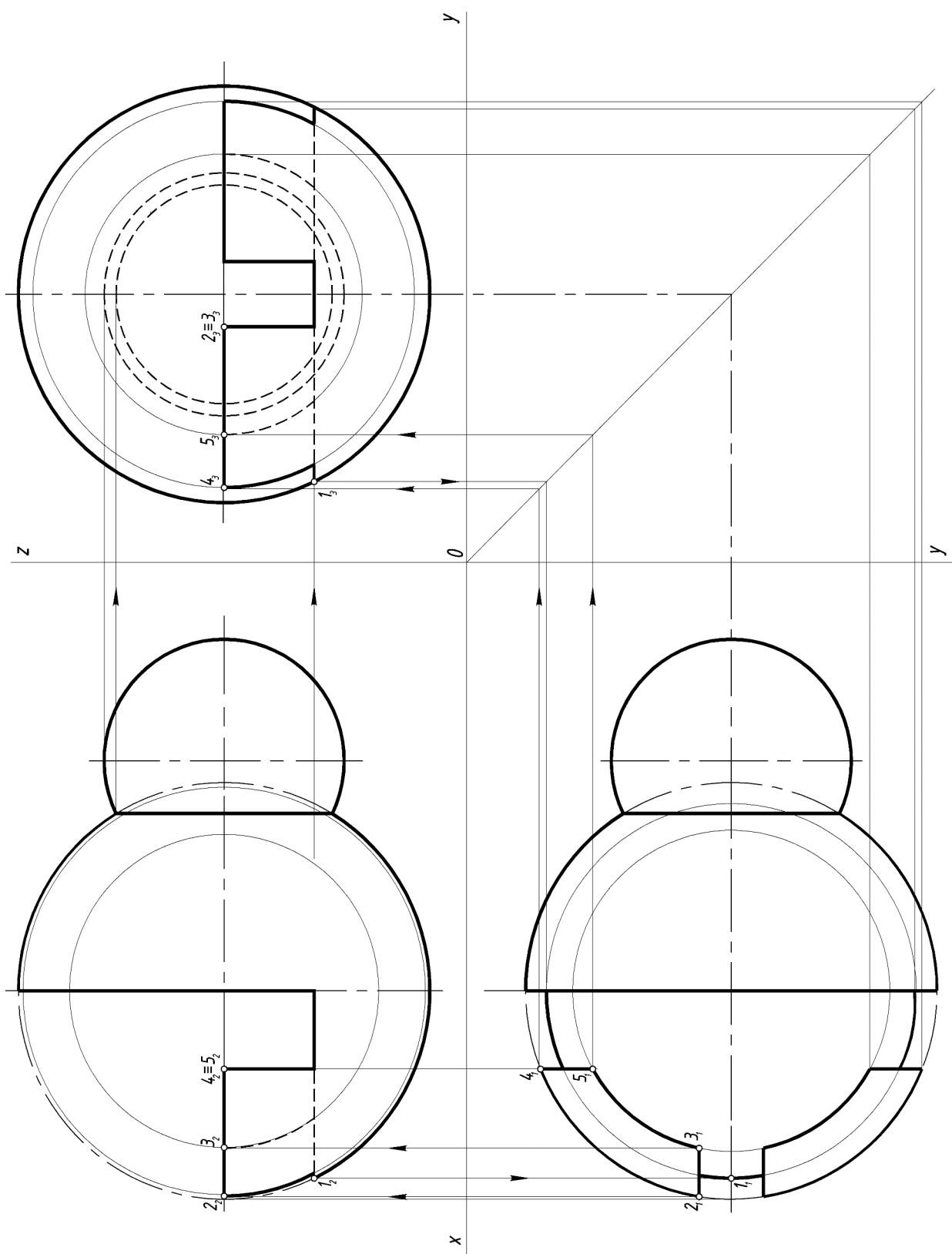




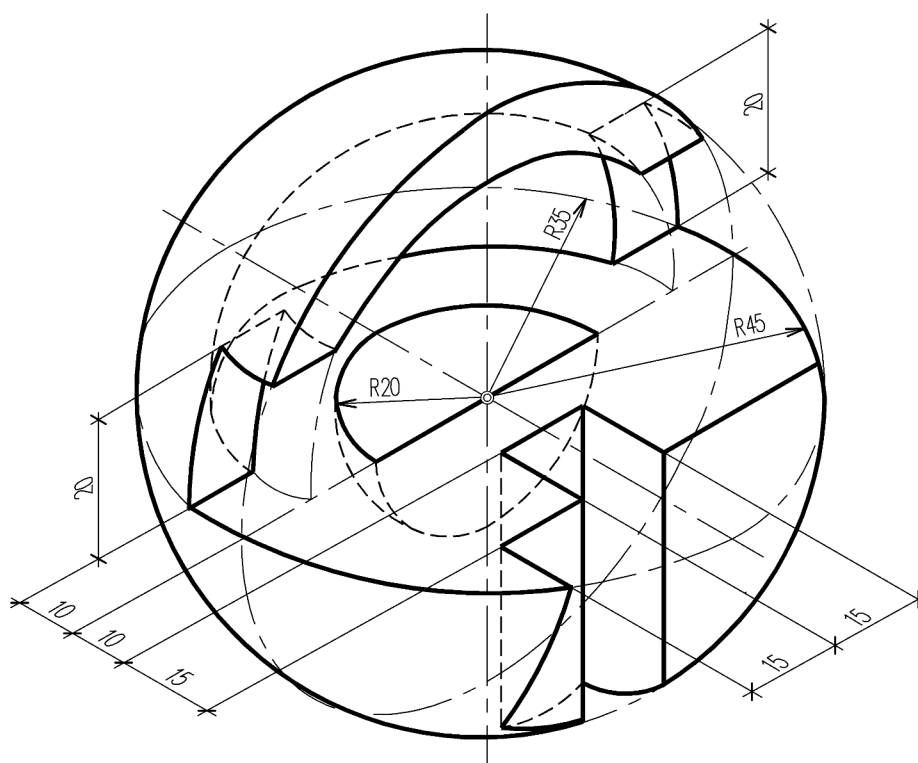
Построить три проекции



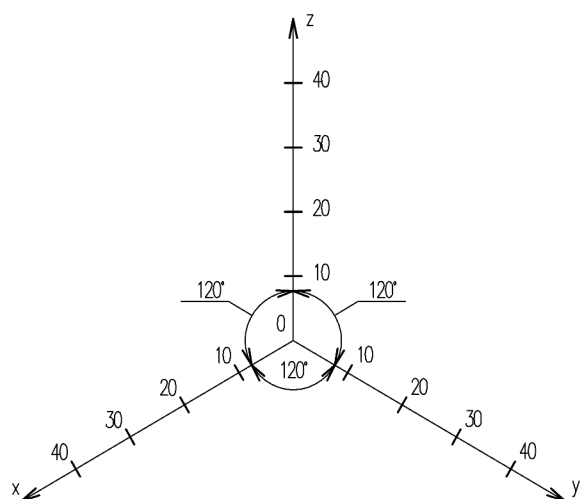
Пример задания



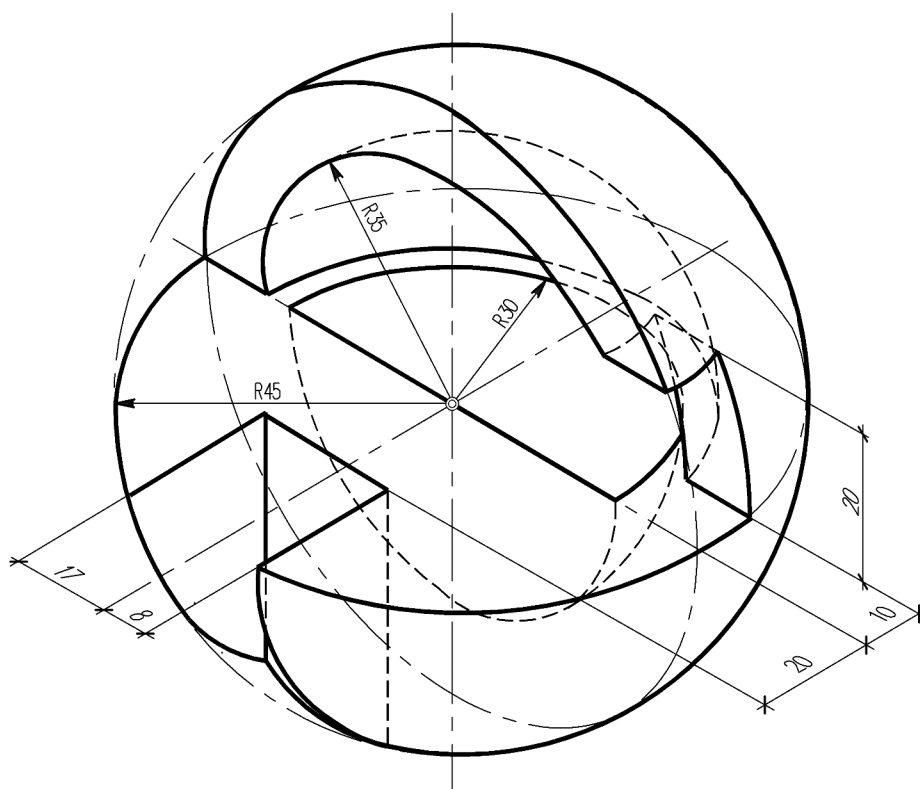
Образец выполнения задания

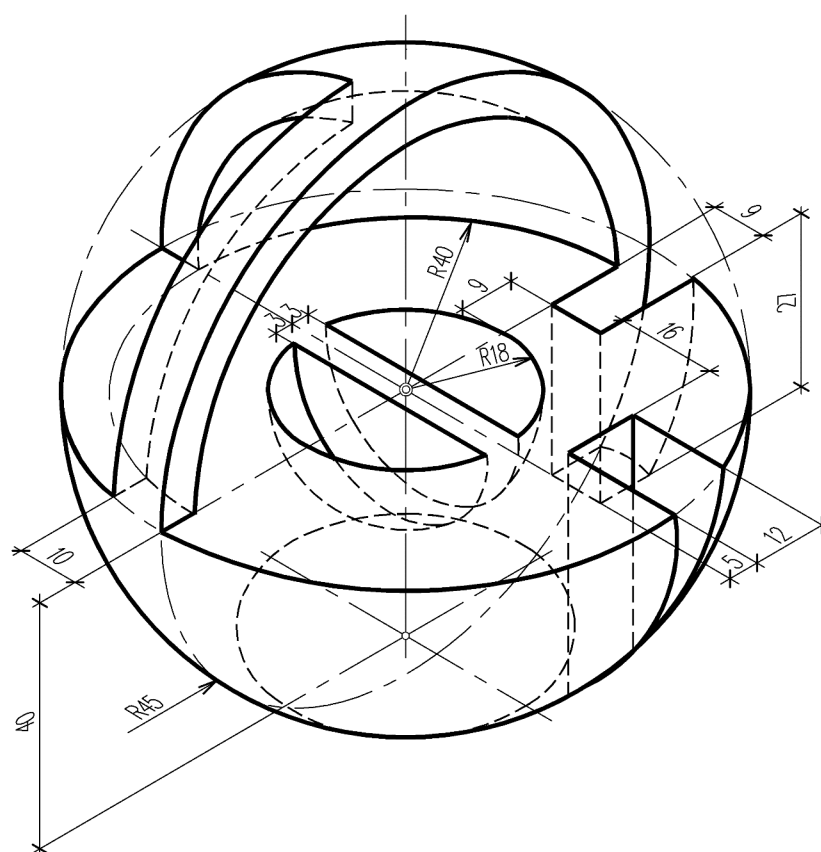
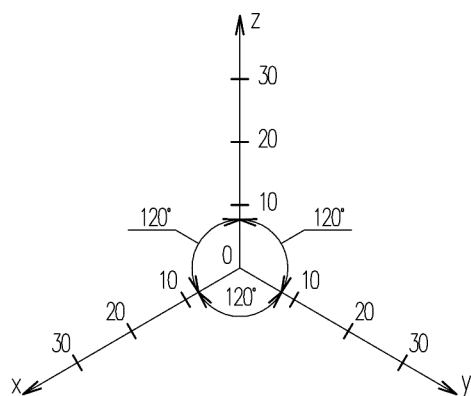


Построить три проекции

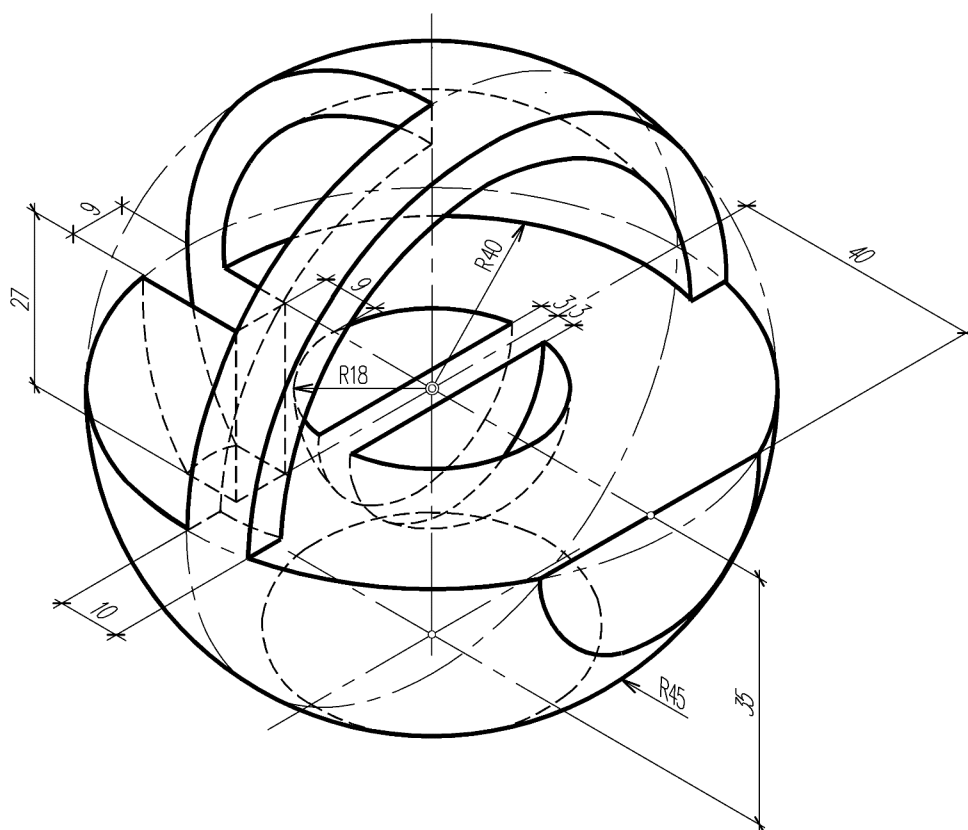
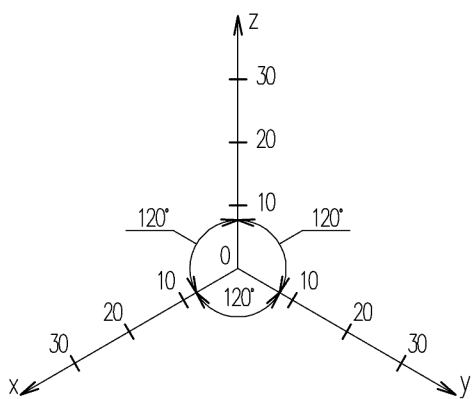


Построить три проекции

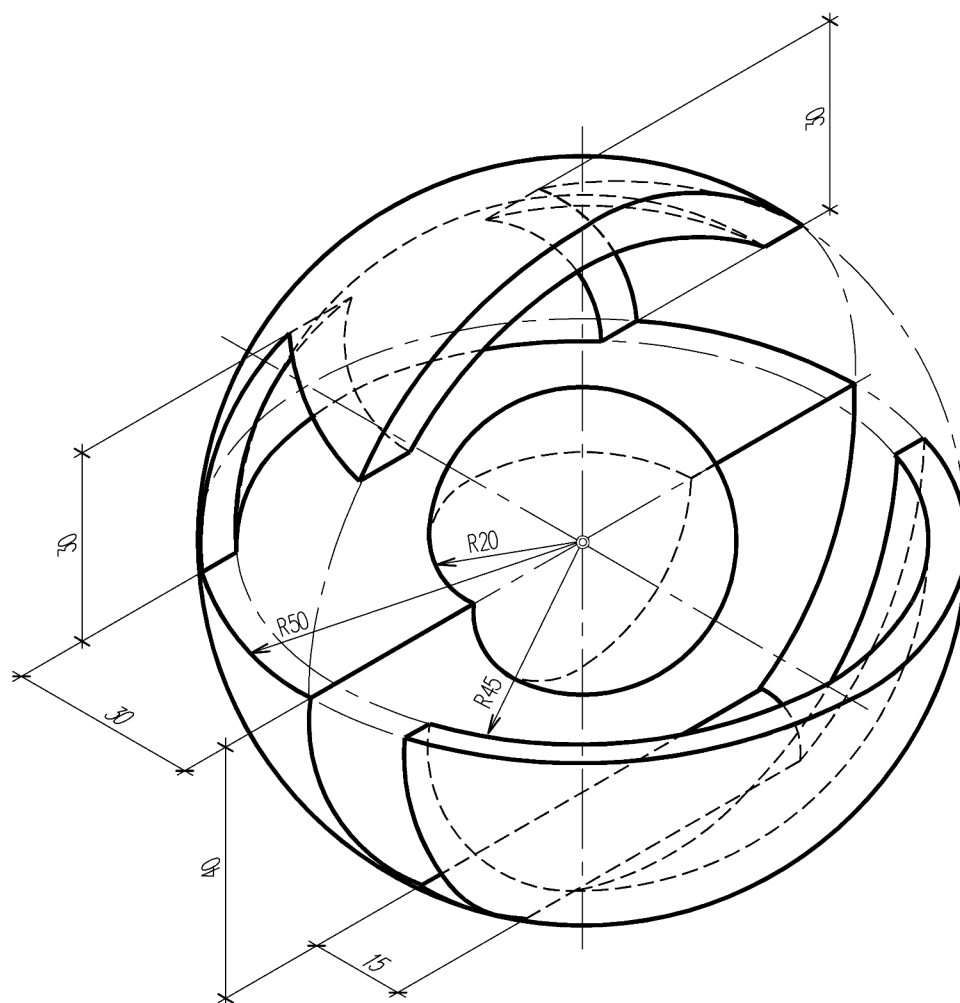
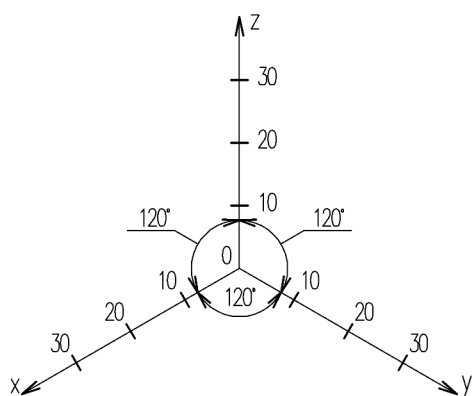




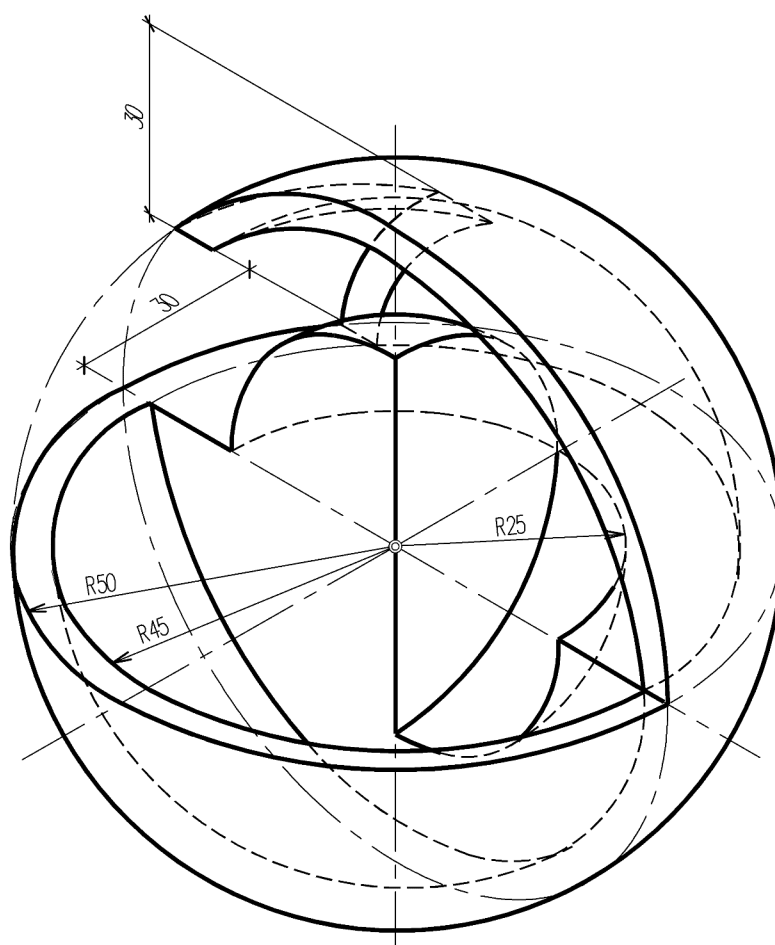
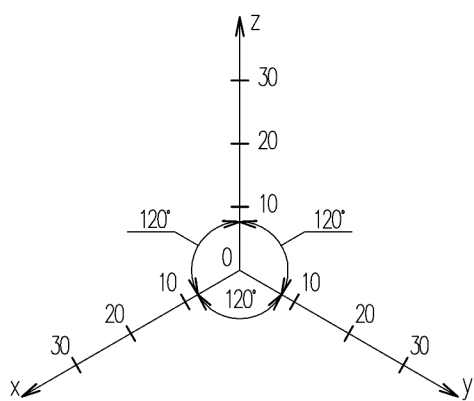
Построить три проекции



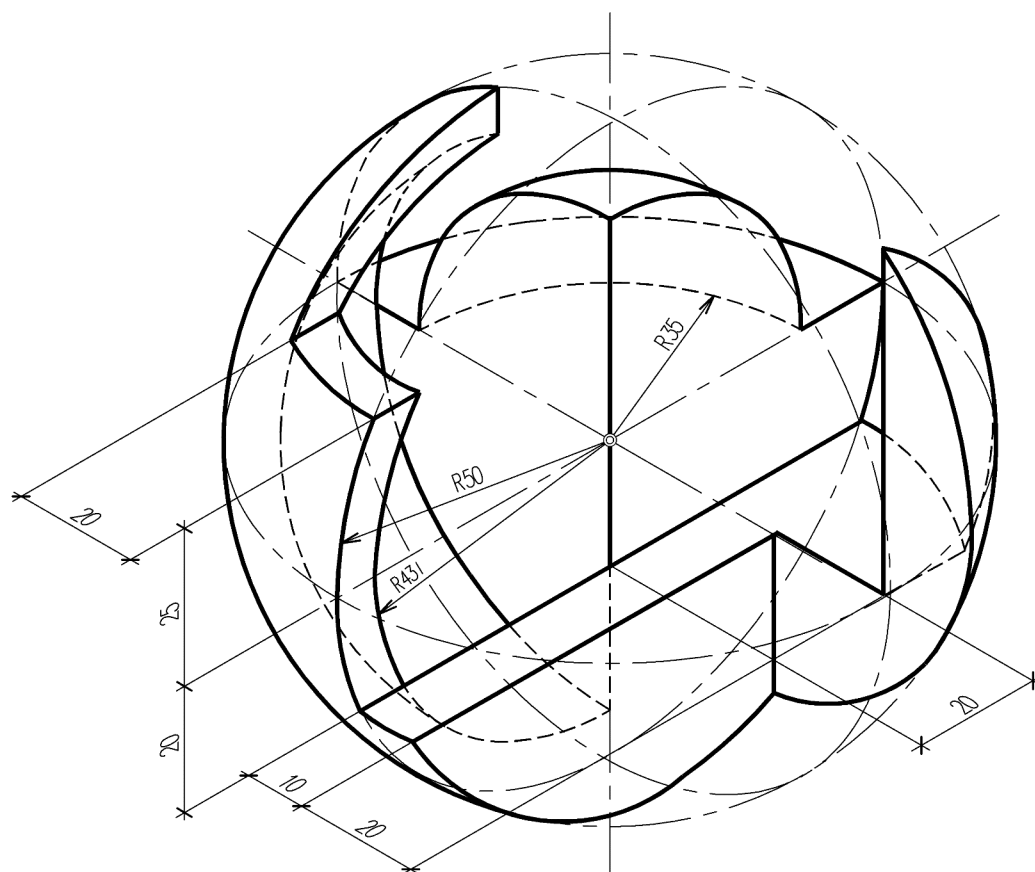
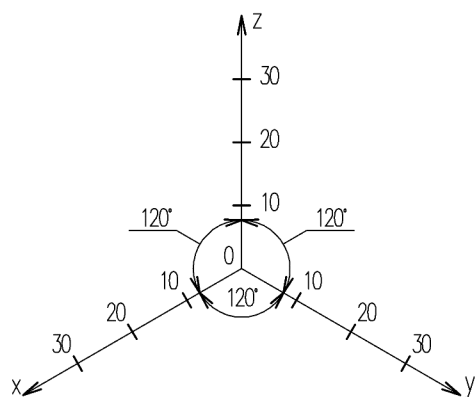
Построить три проекции



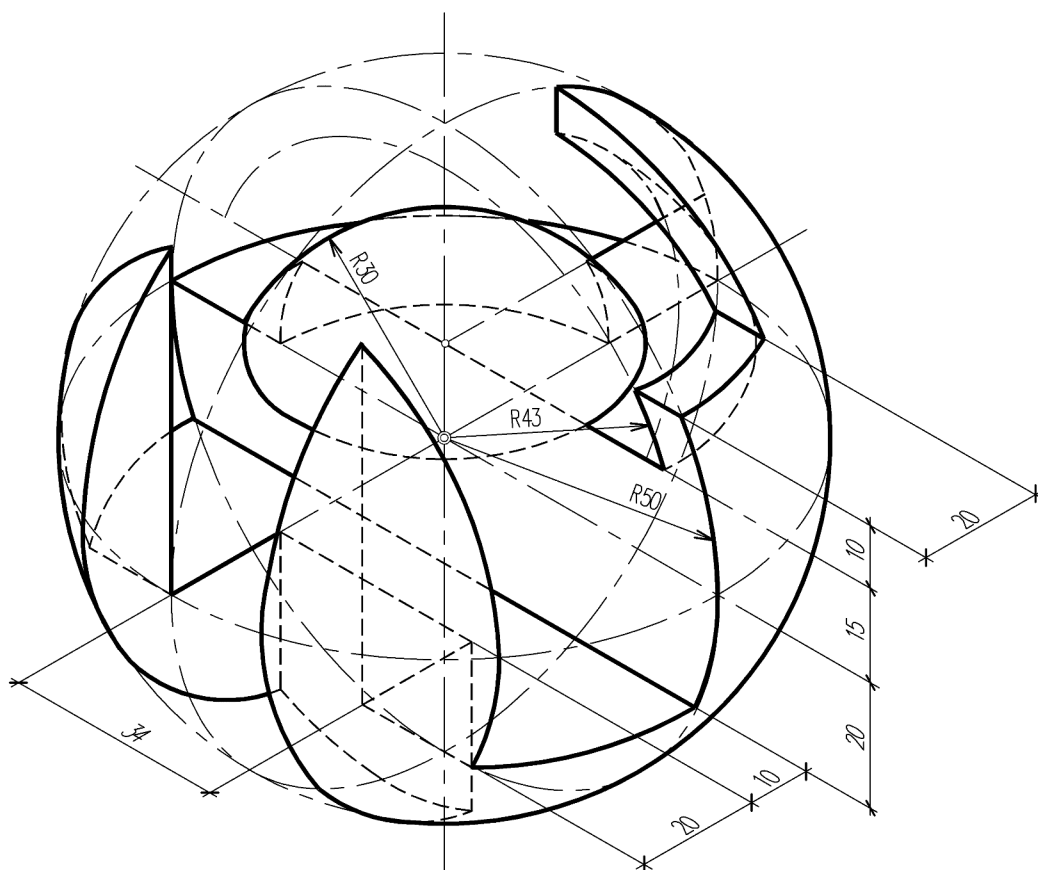
Построить три проекции



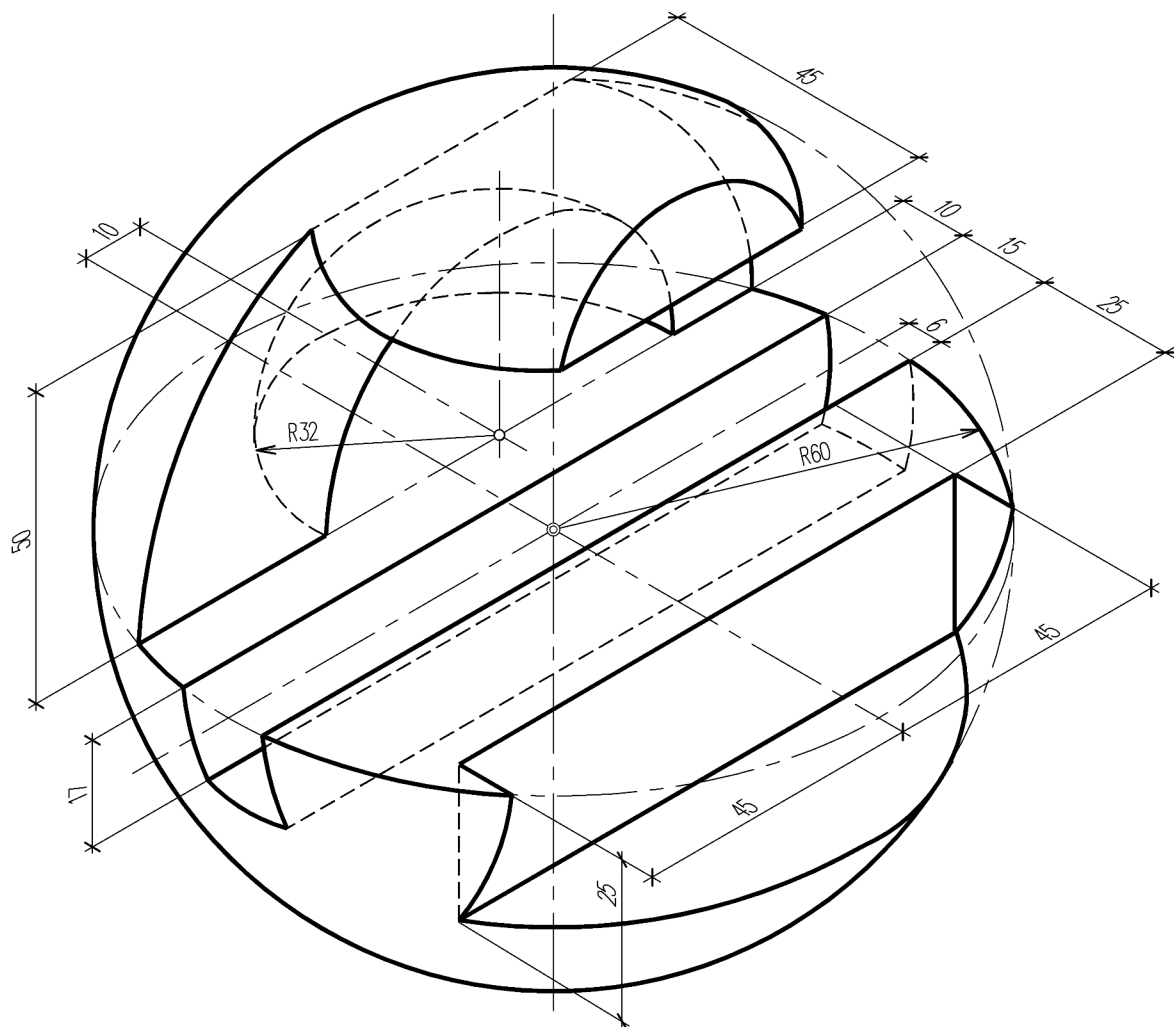
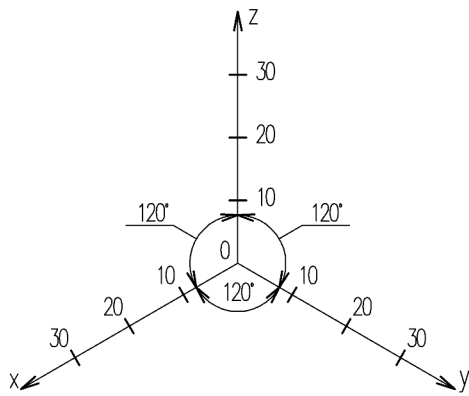
Построить три проекции



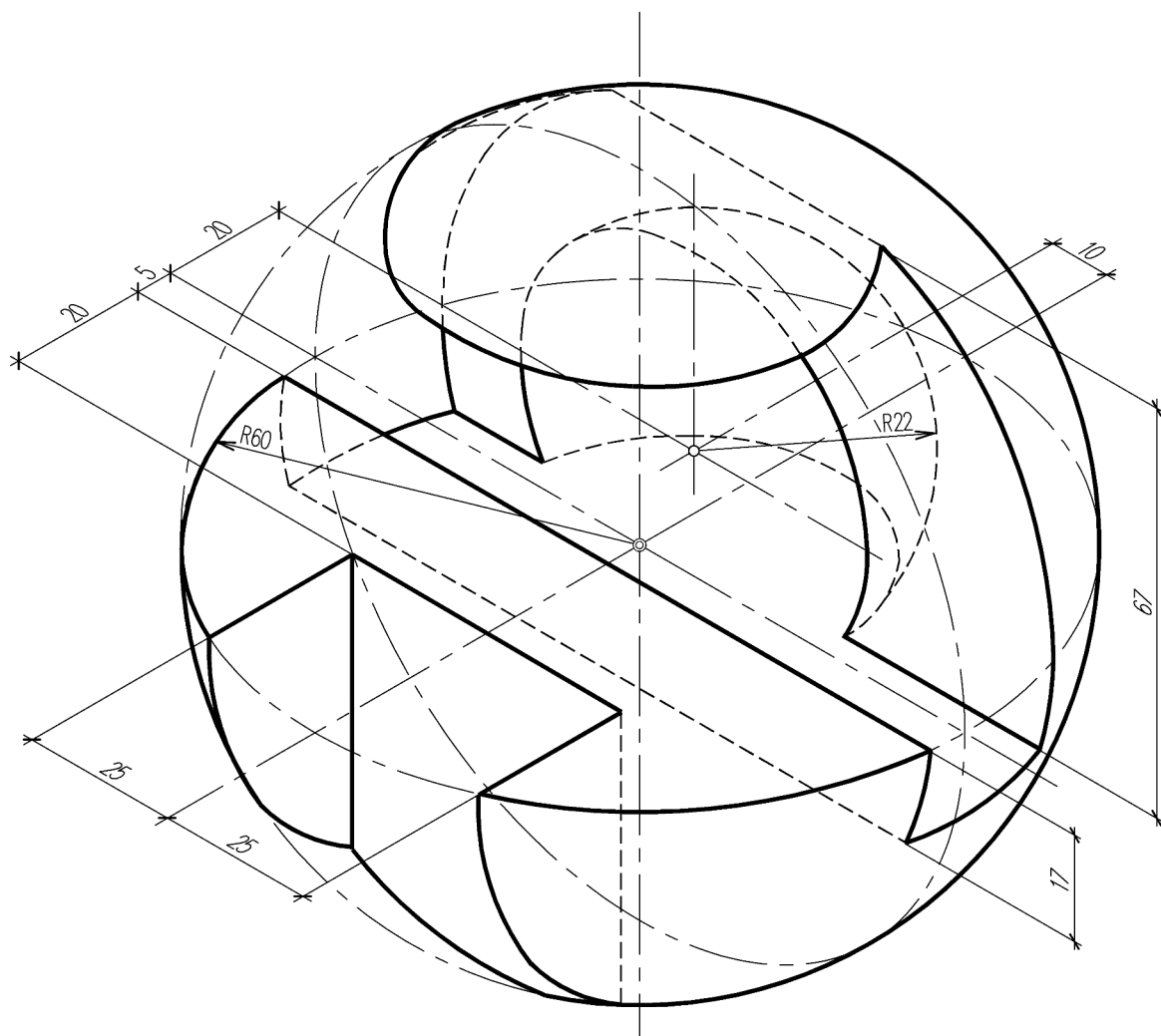
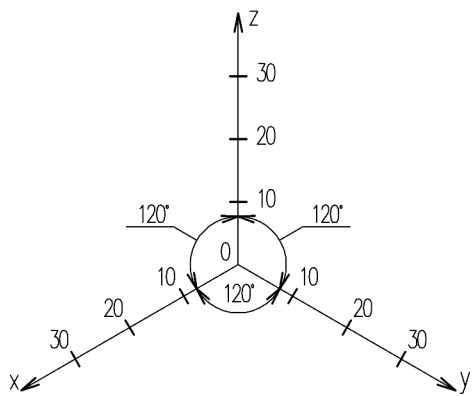
Построить три проекции



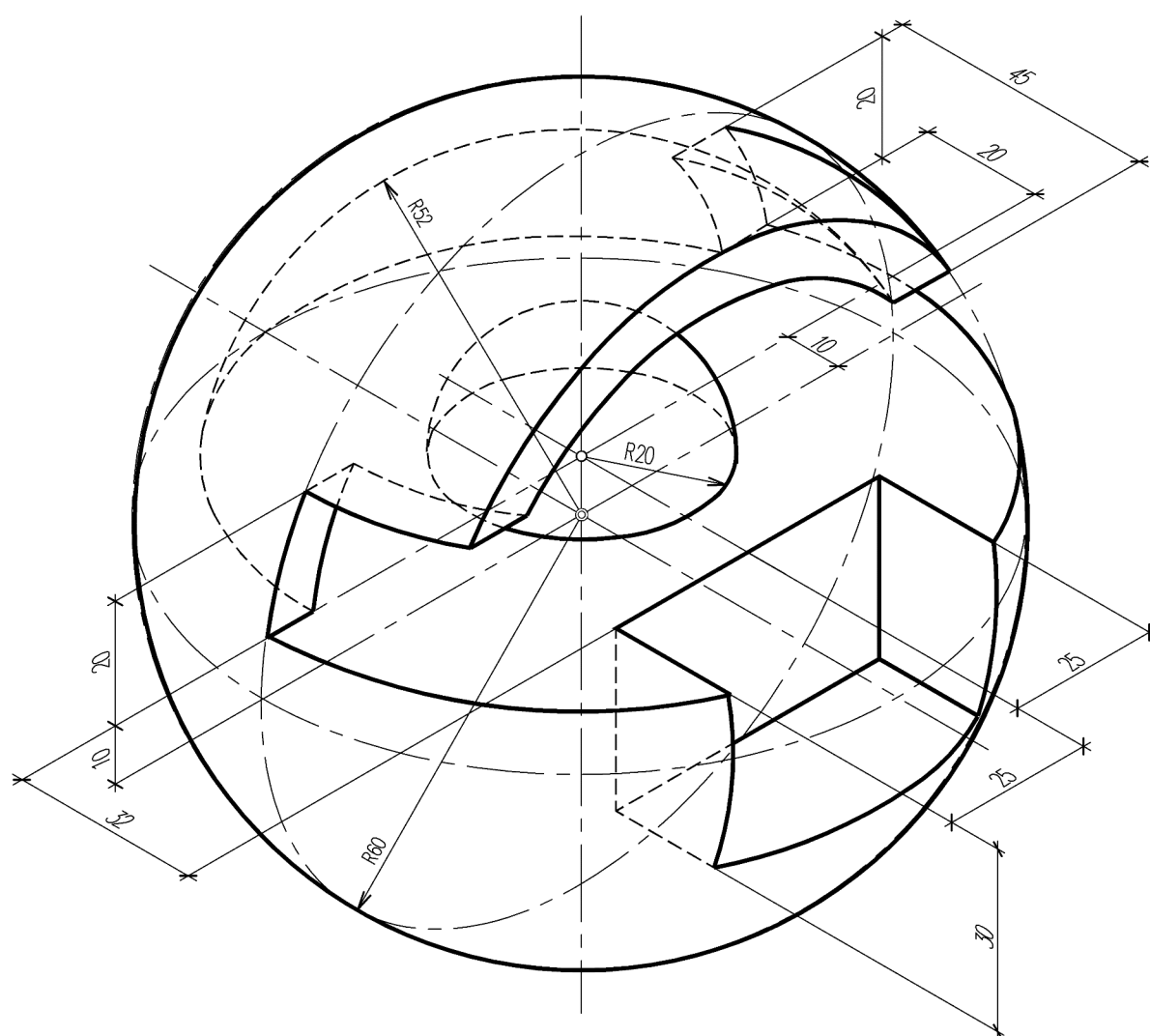
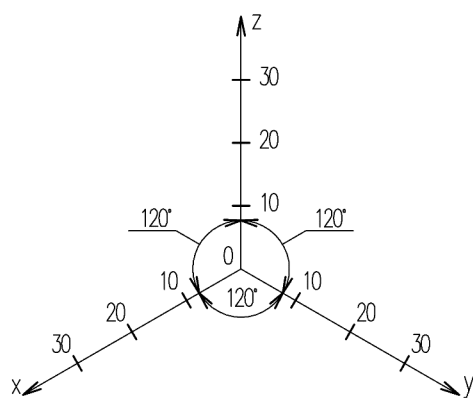
52



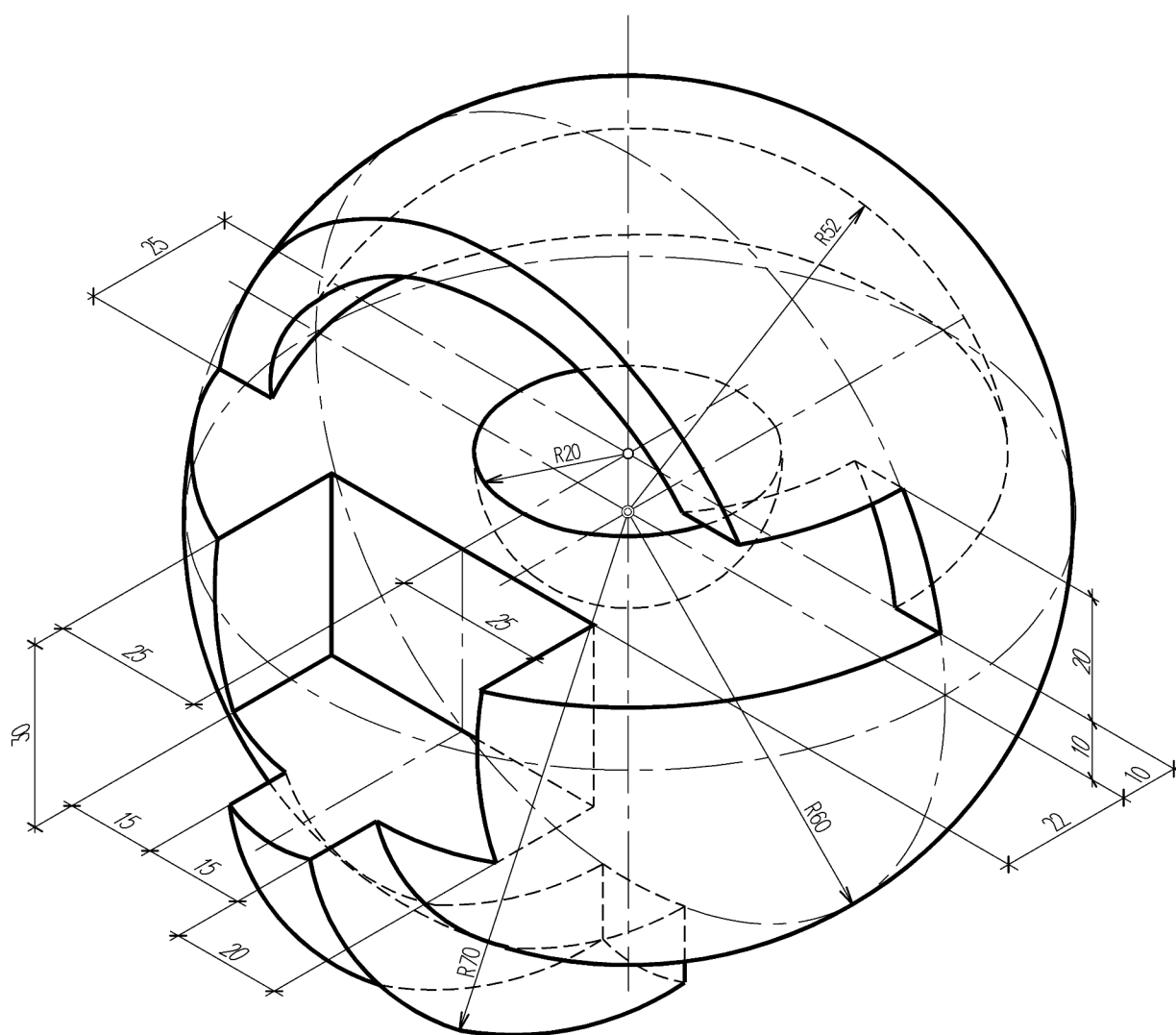
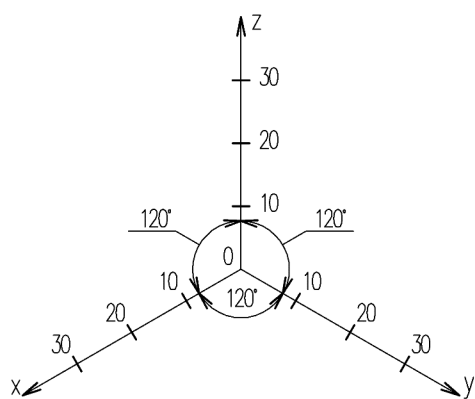
Построить три проекции



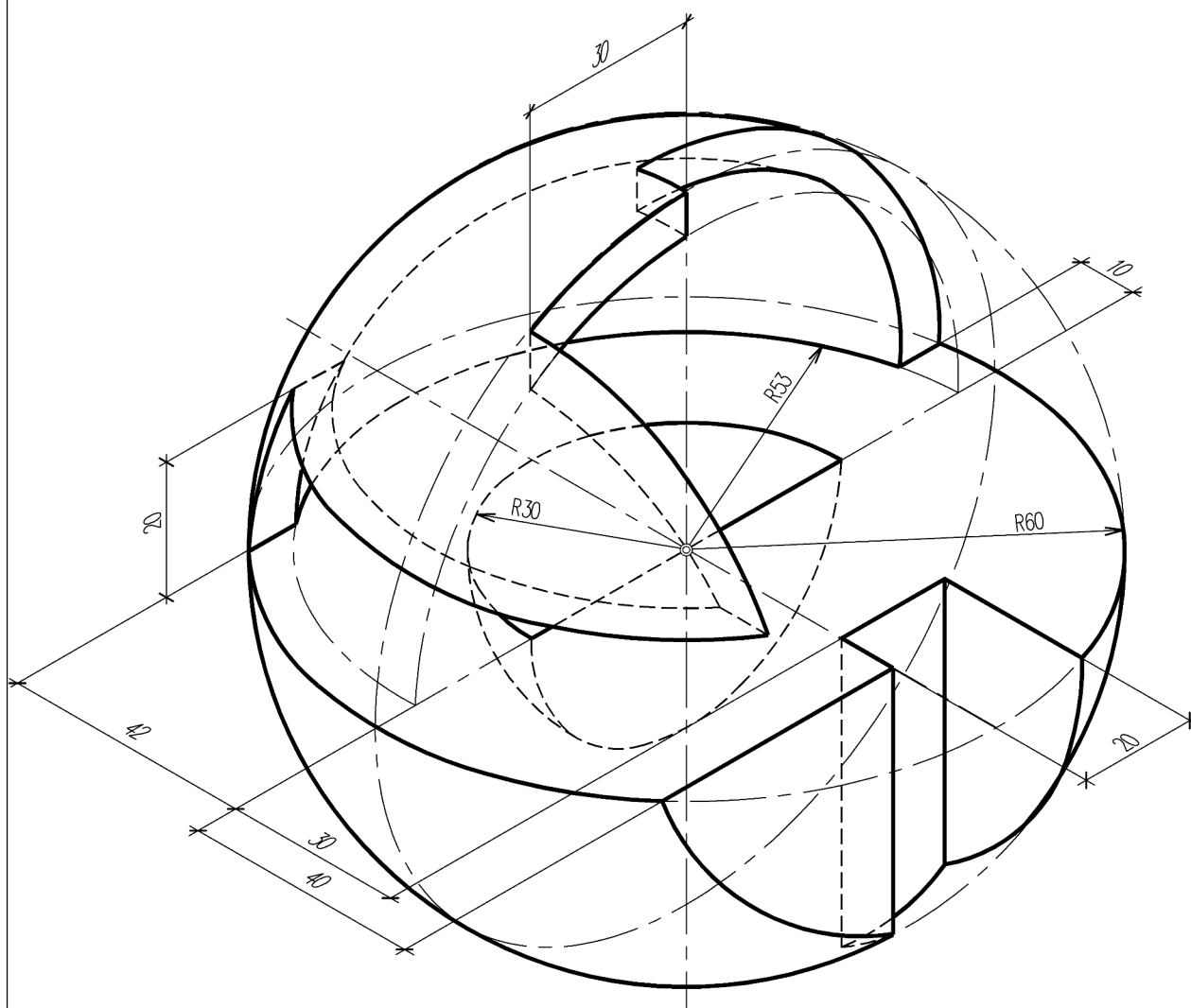
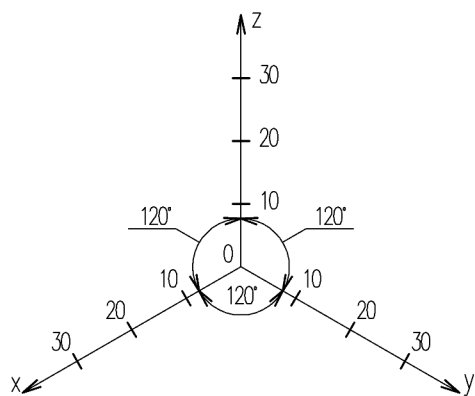
Построить три проекции



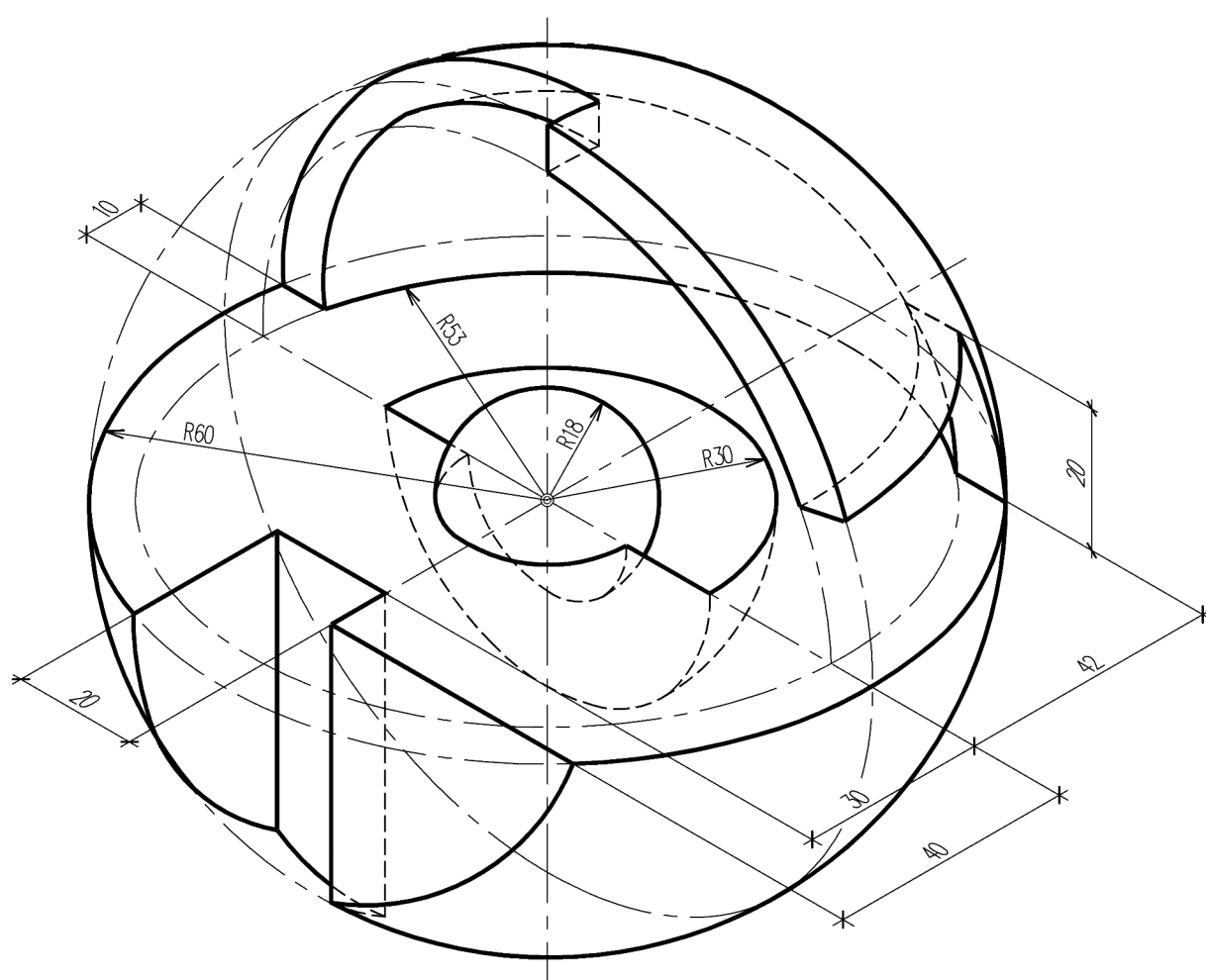
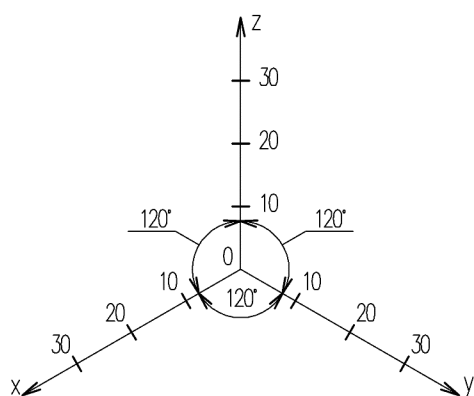
Построить три проекции



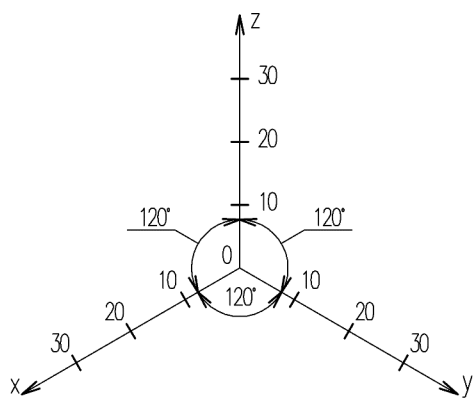
Построить три проекции



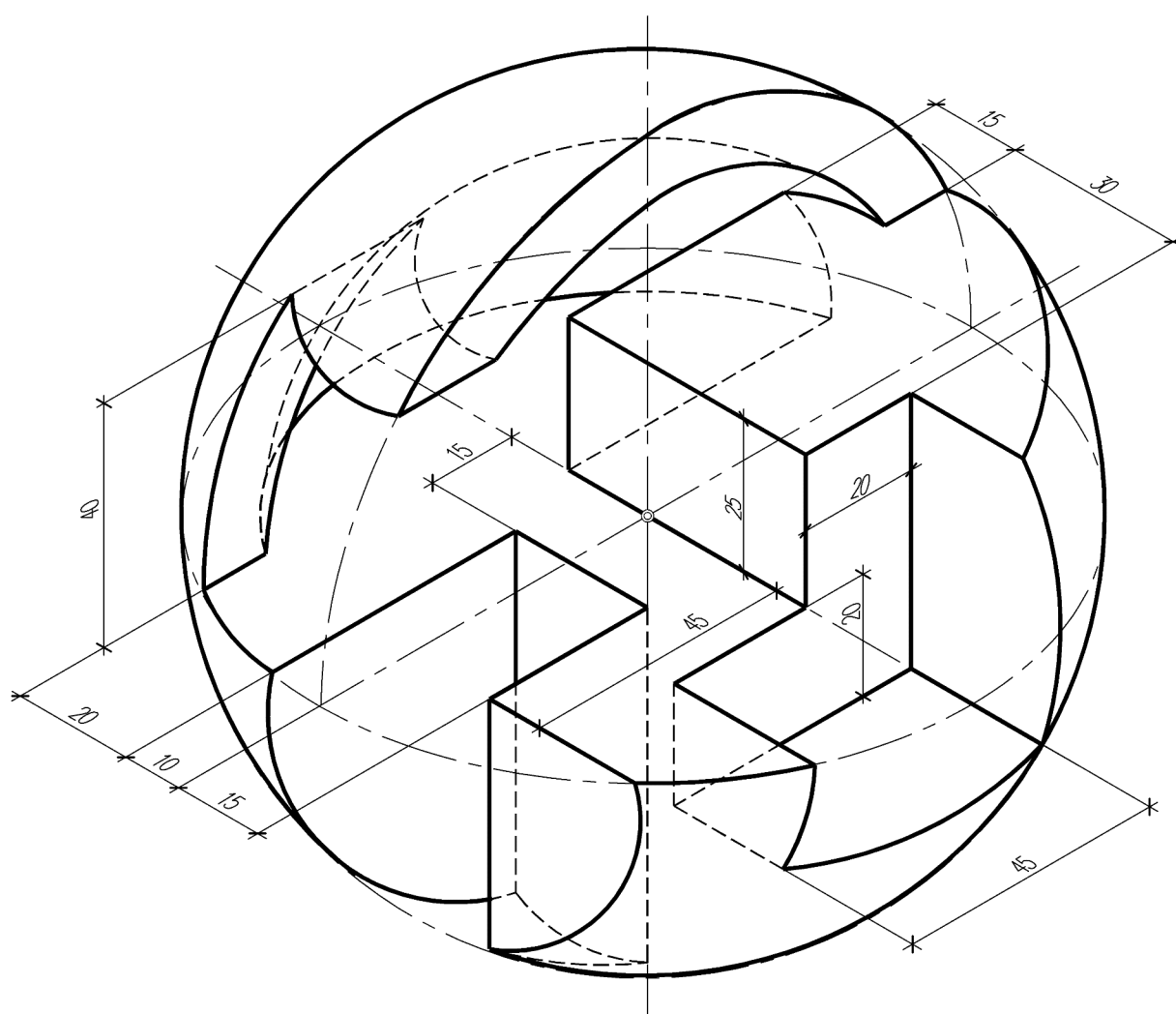
Построить три проекции



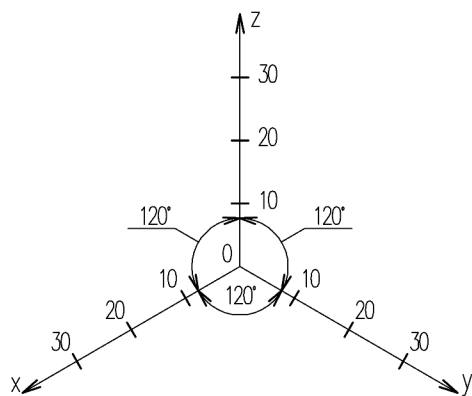
Построить три проекции



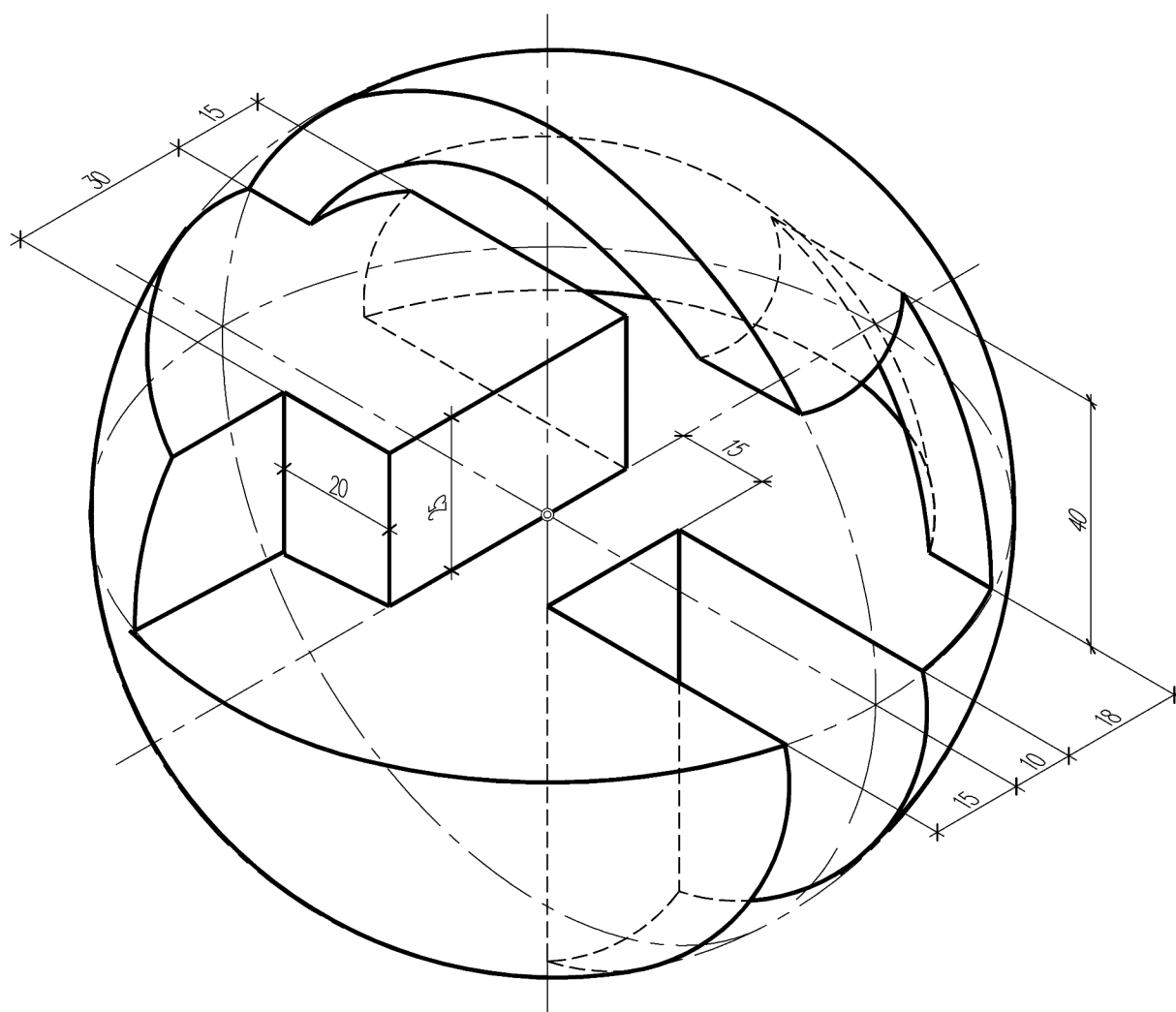
R сферы 64 мм,
 R внутренней сферы - 52 мм



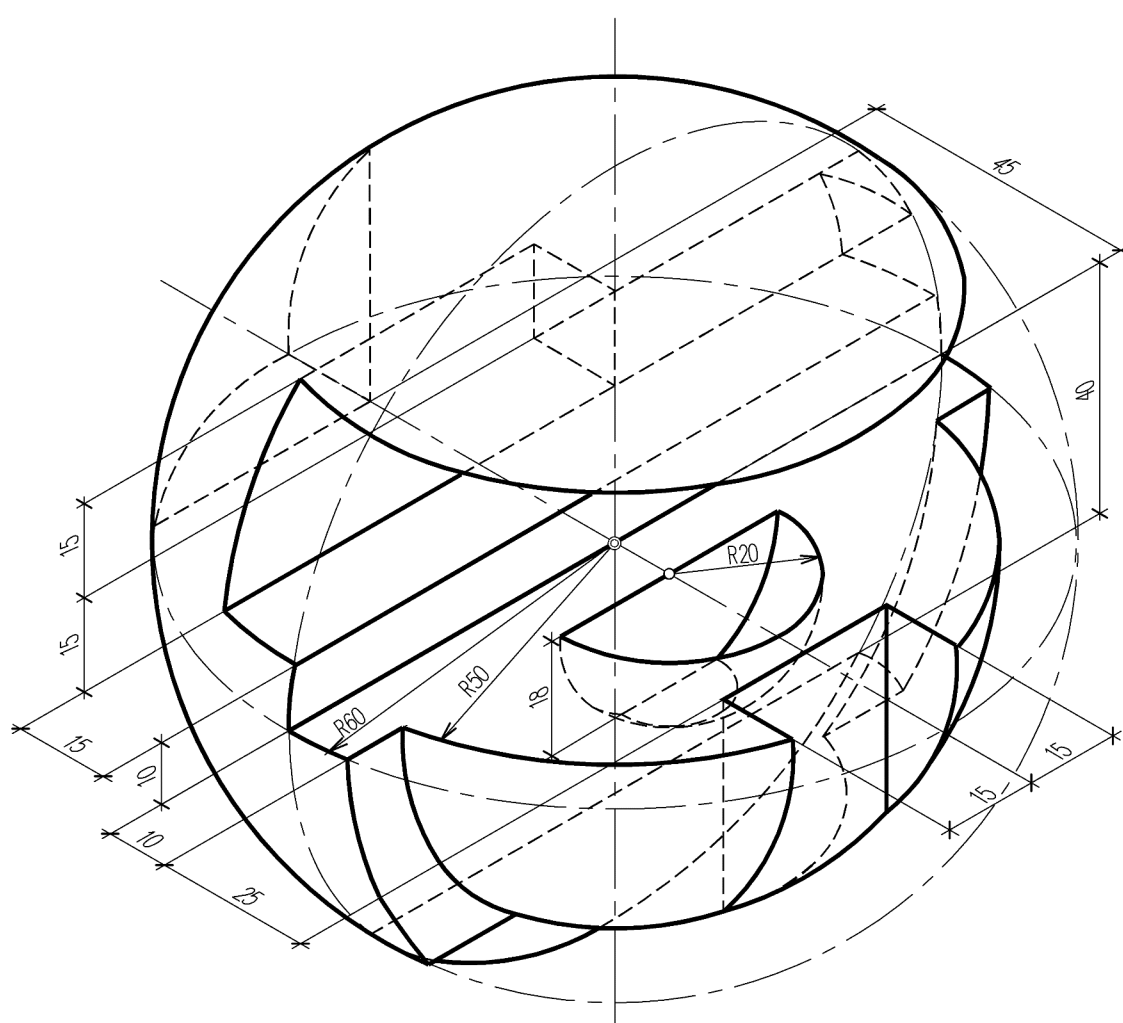
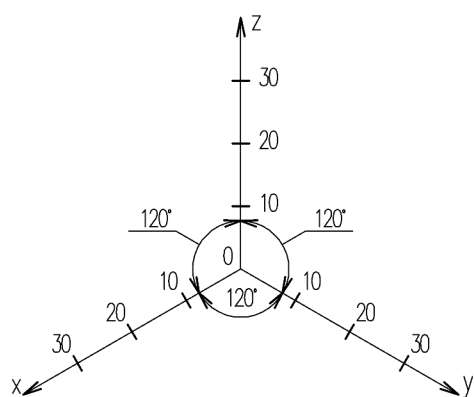
Построить три проекции



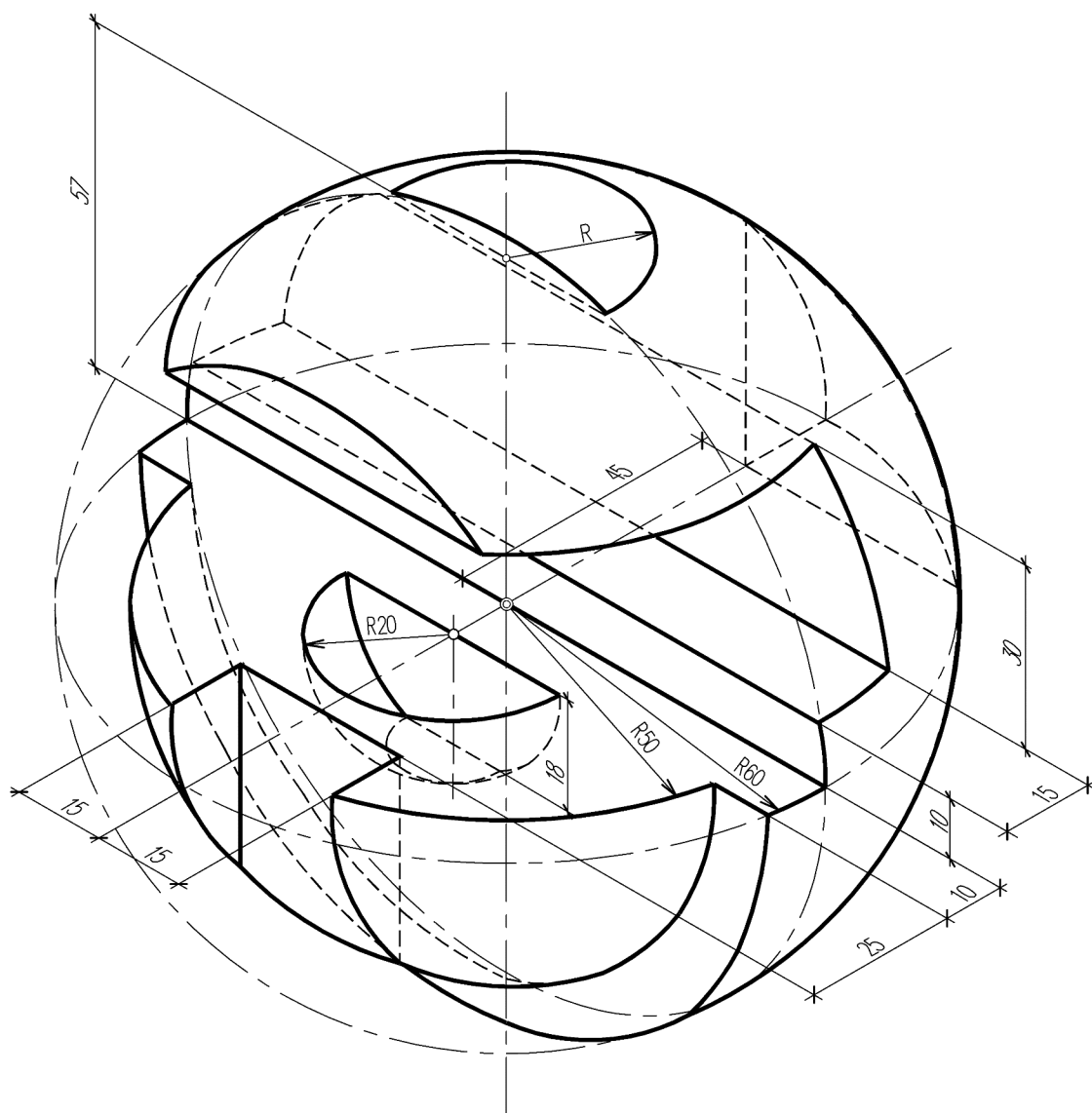
R сферы 64 мм,
 R внутренней сферы - 52 мм



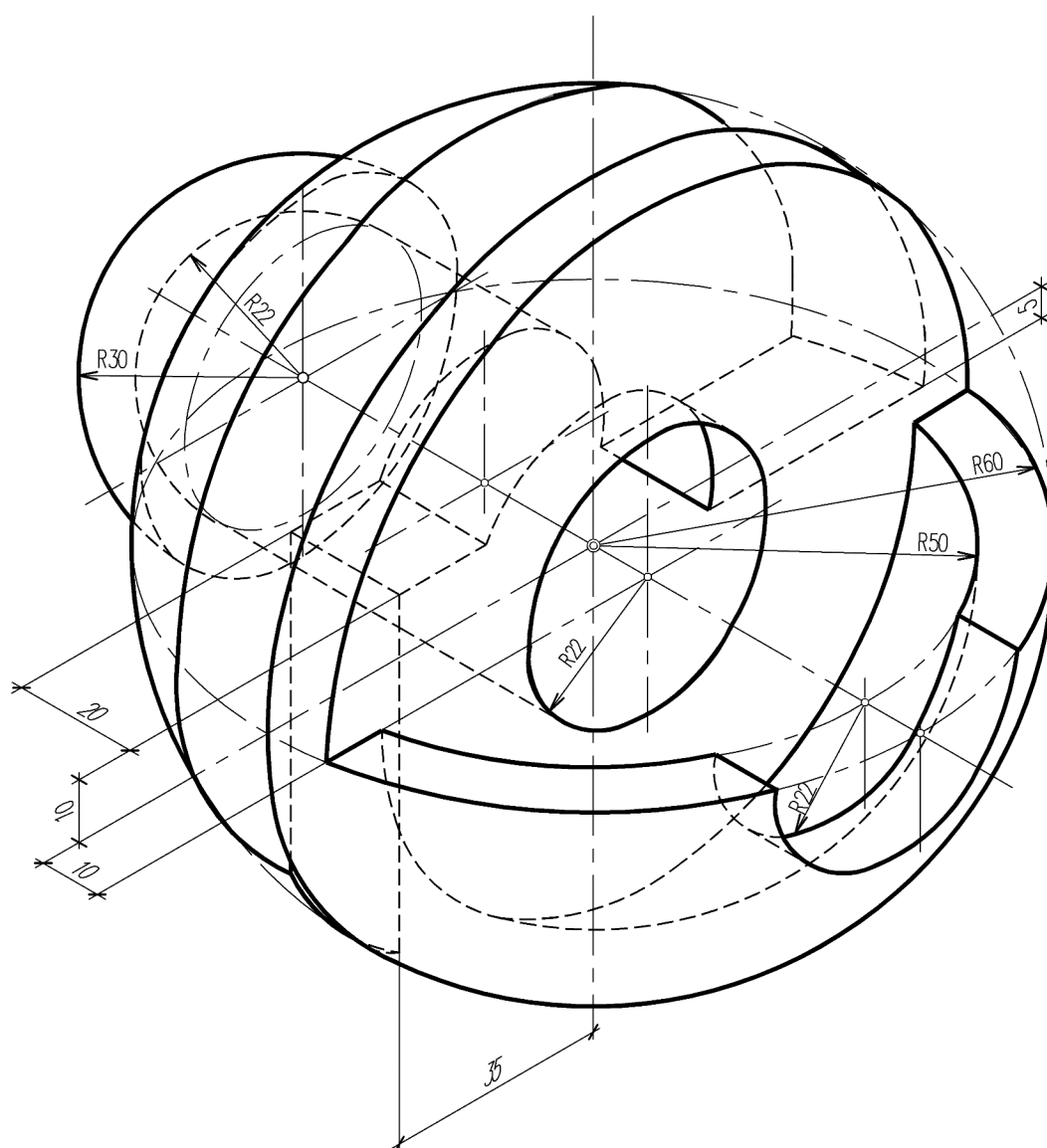
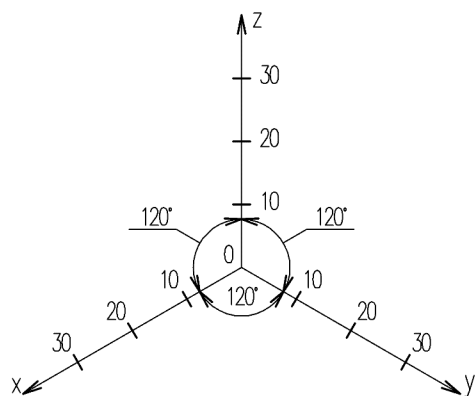
Построить три проекции



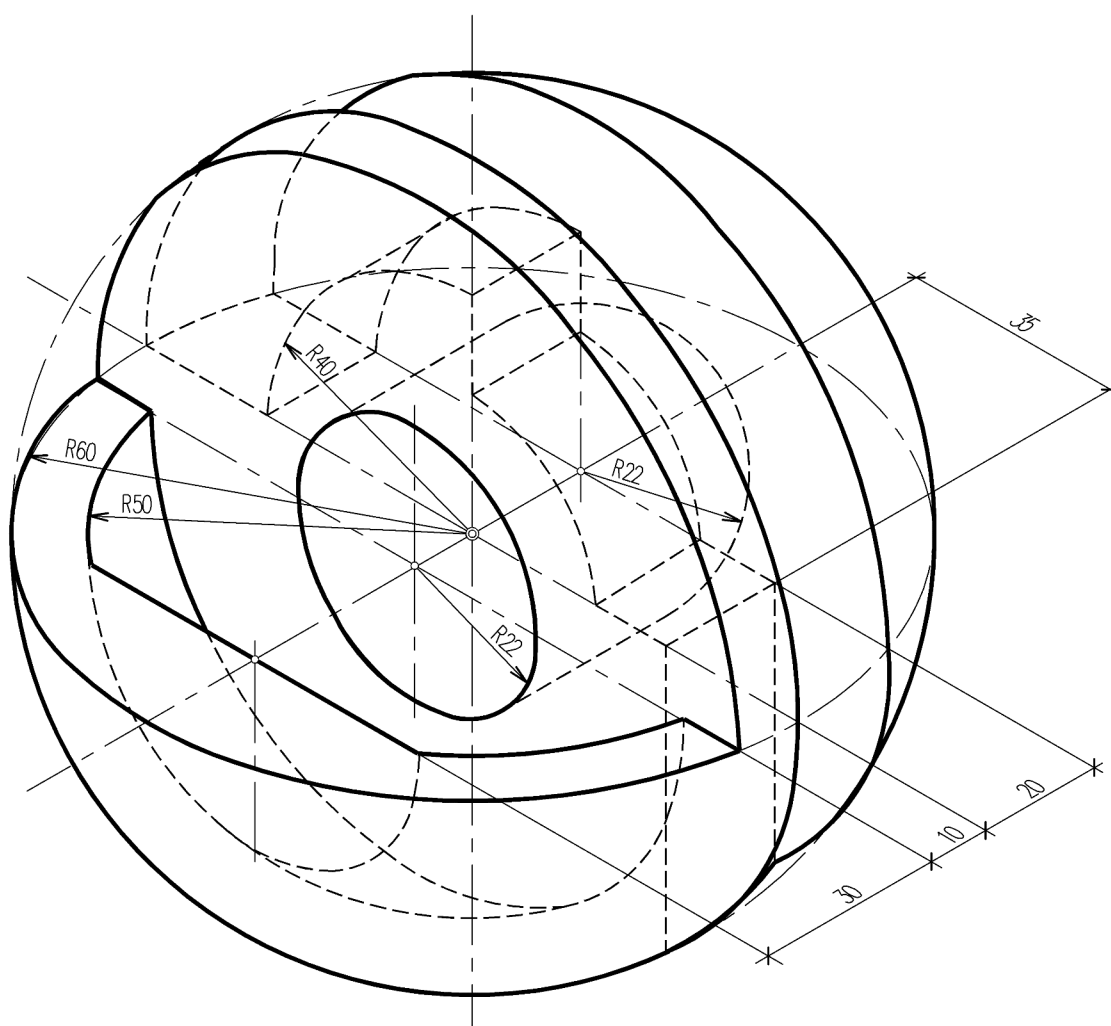
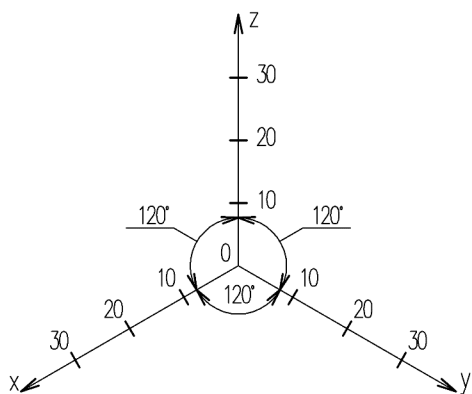
Построить три проекции



62



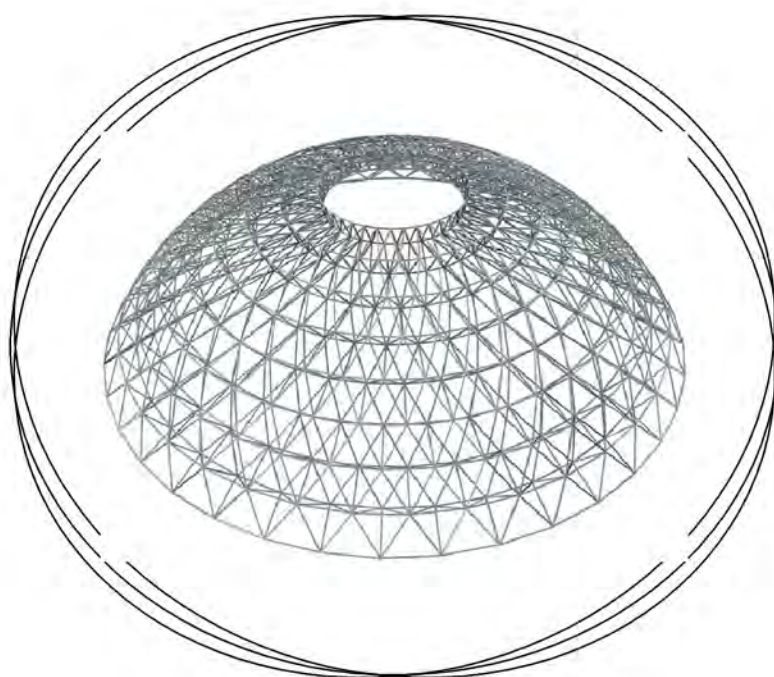
Построить три проекции



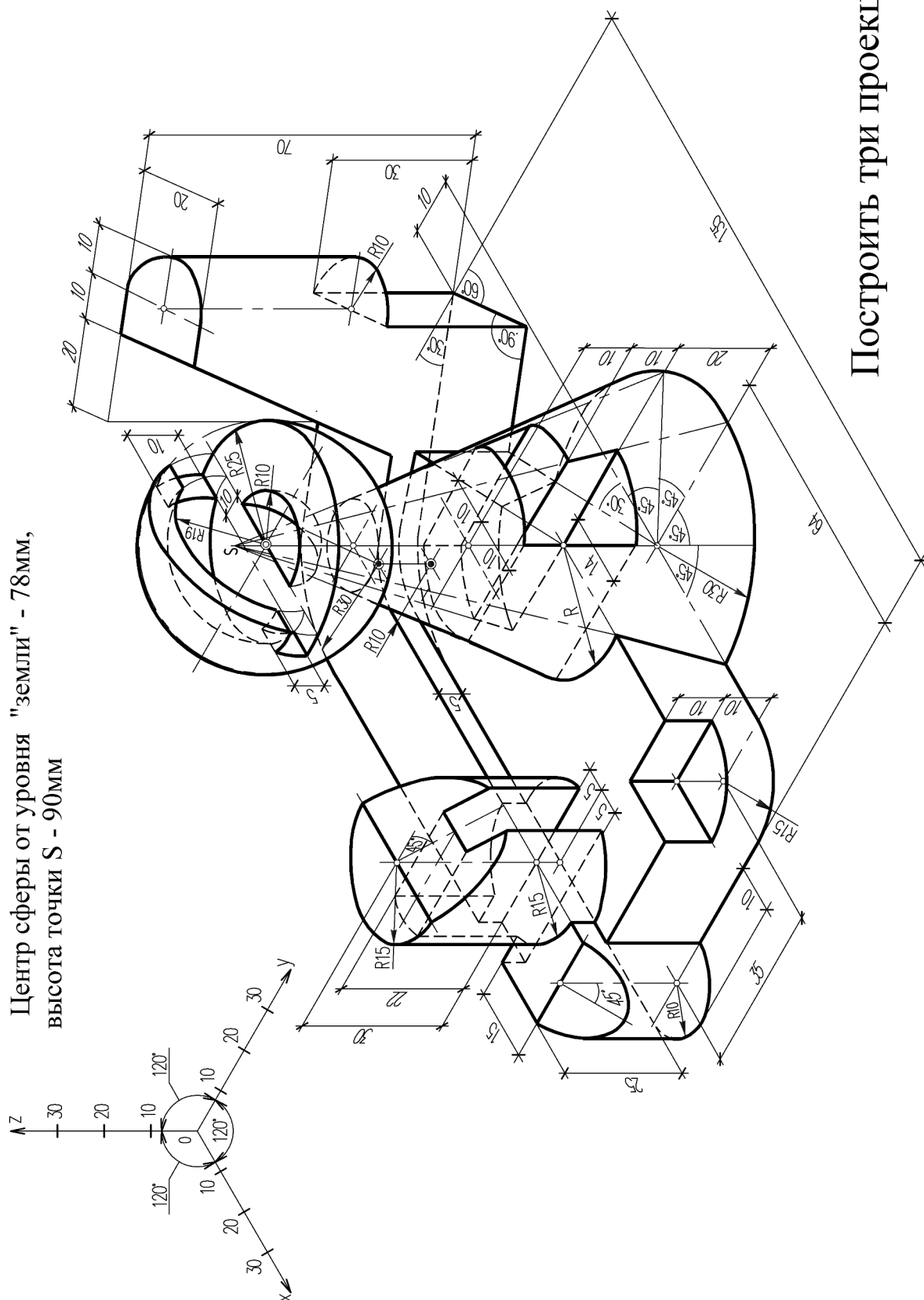
Построить три проекции

ЗАДАНИЯ

"Три проекции объекта
по аксонометрической проекции"

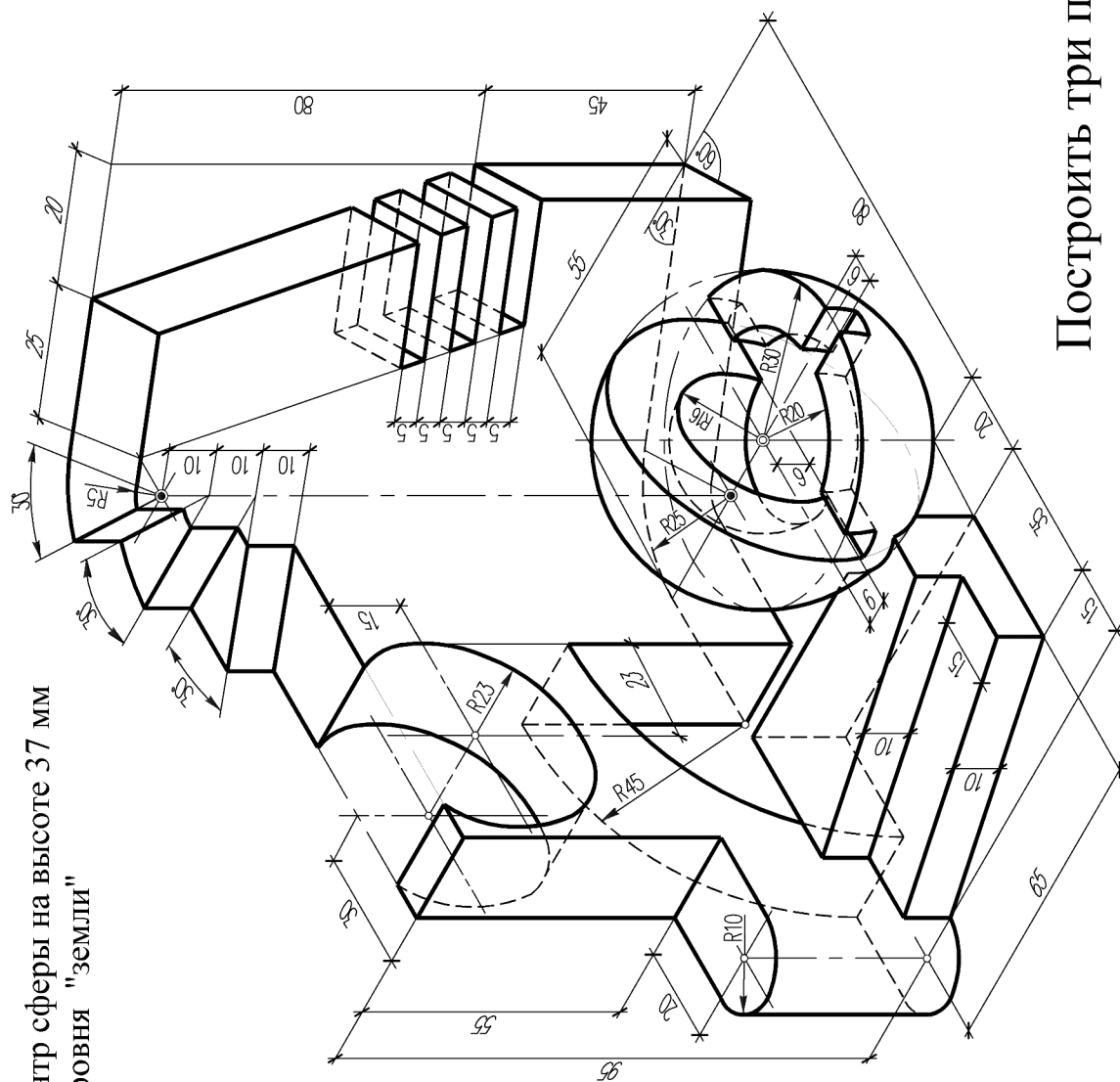
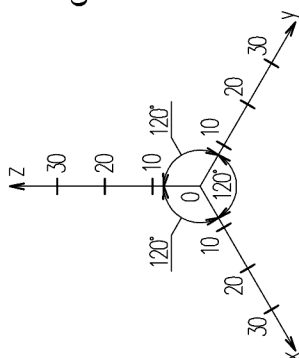


Центр сферы от уровня "земли" - 78мм,
высота точки S - 90мм



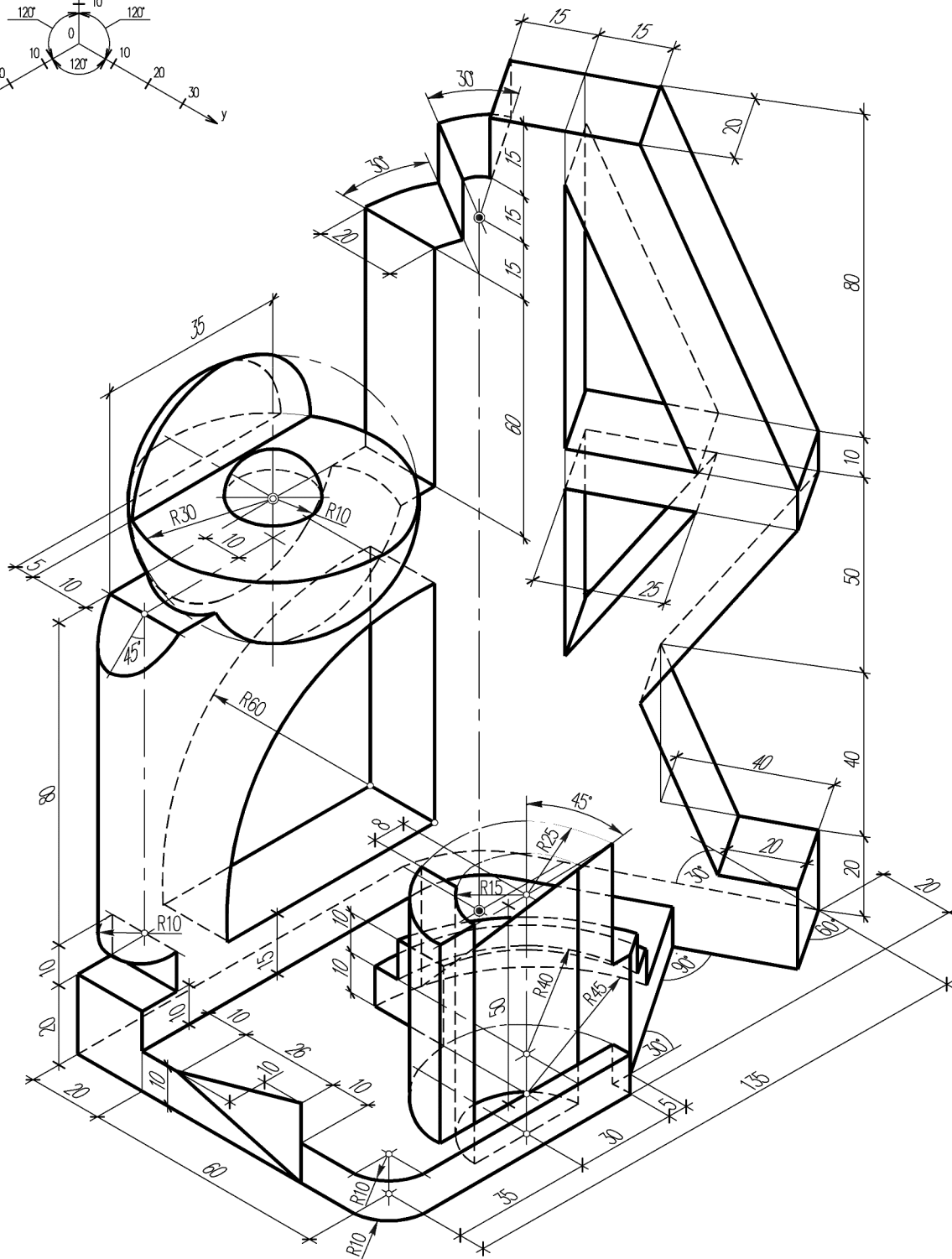
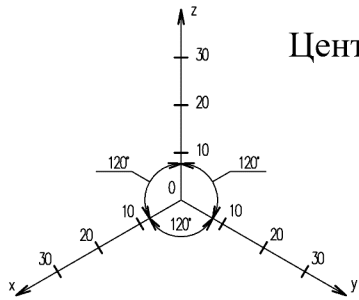
Построить три проекции

Центр сферы на высоте 37 мм
от уровня "земли"



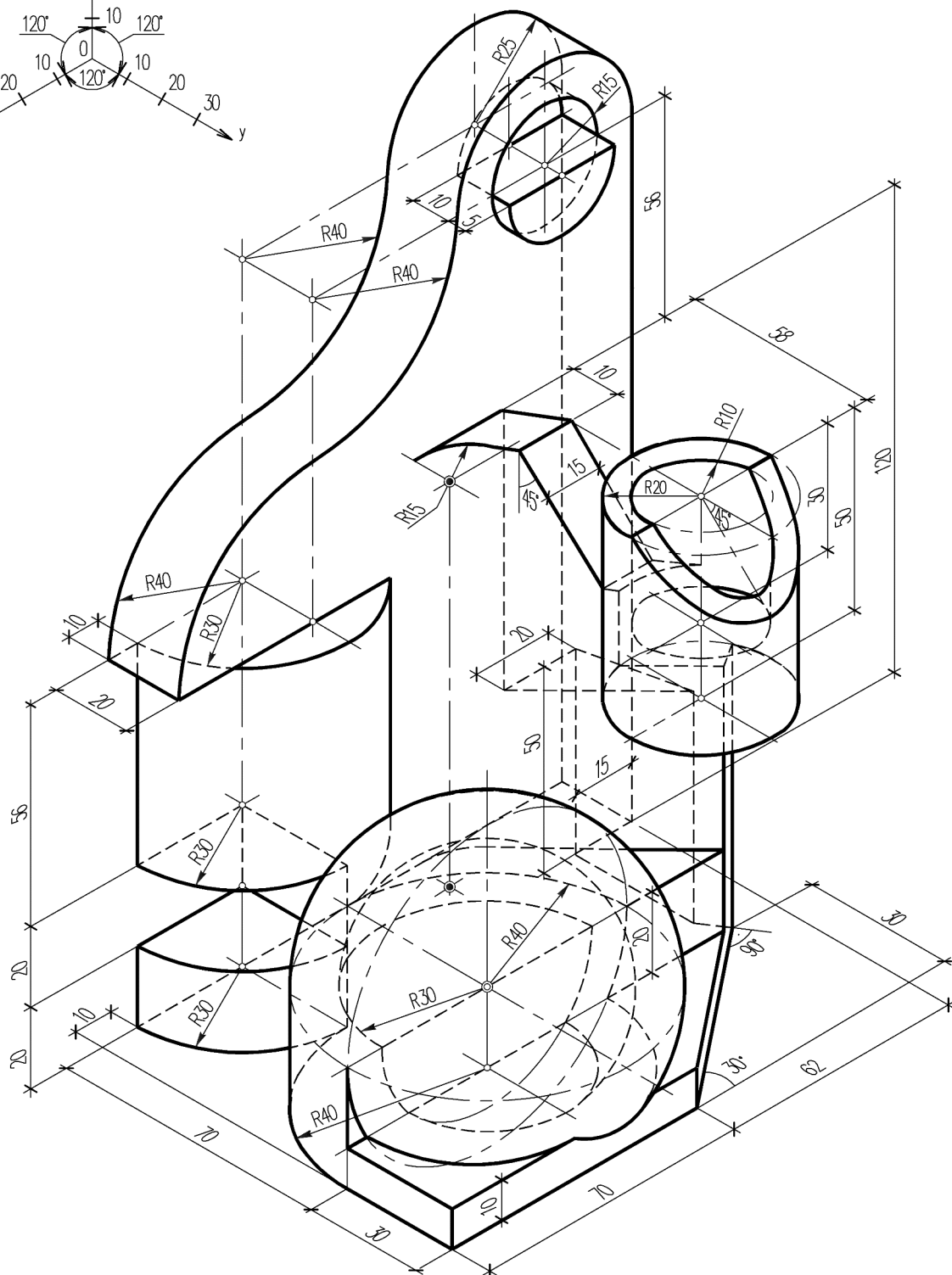
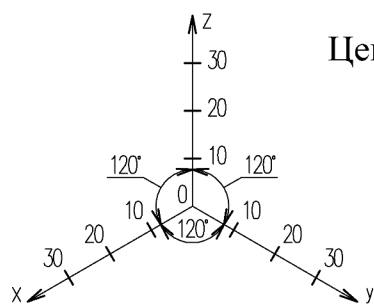
Построить три проекции

Центр сферы на высоте 110 мм от уровня "земли"

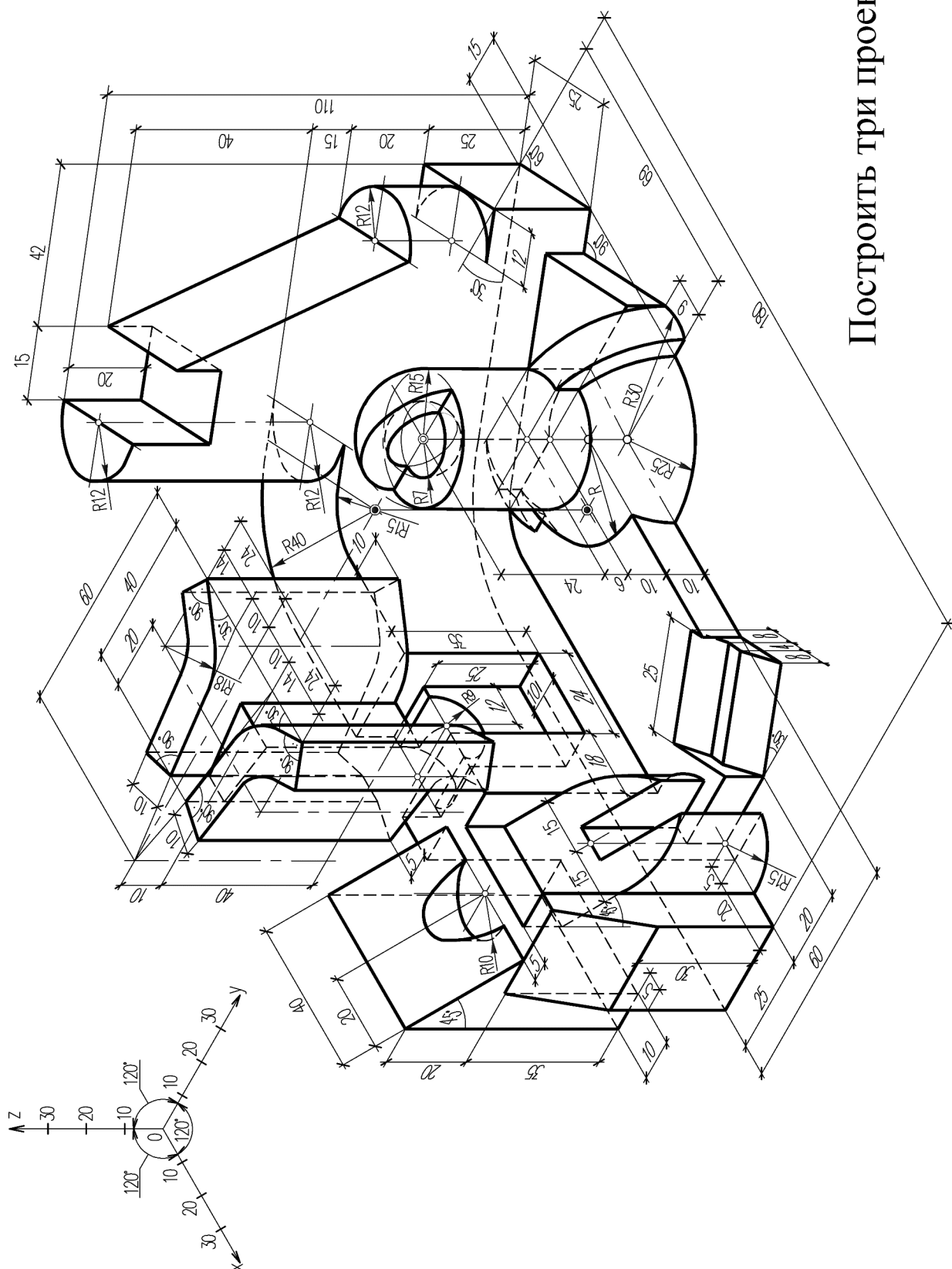


Построить три проекции

Центр сферы на высоте 30 мм от уровня "земли"



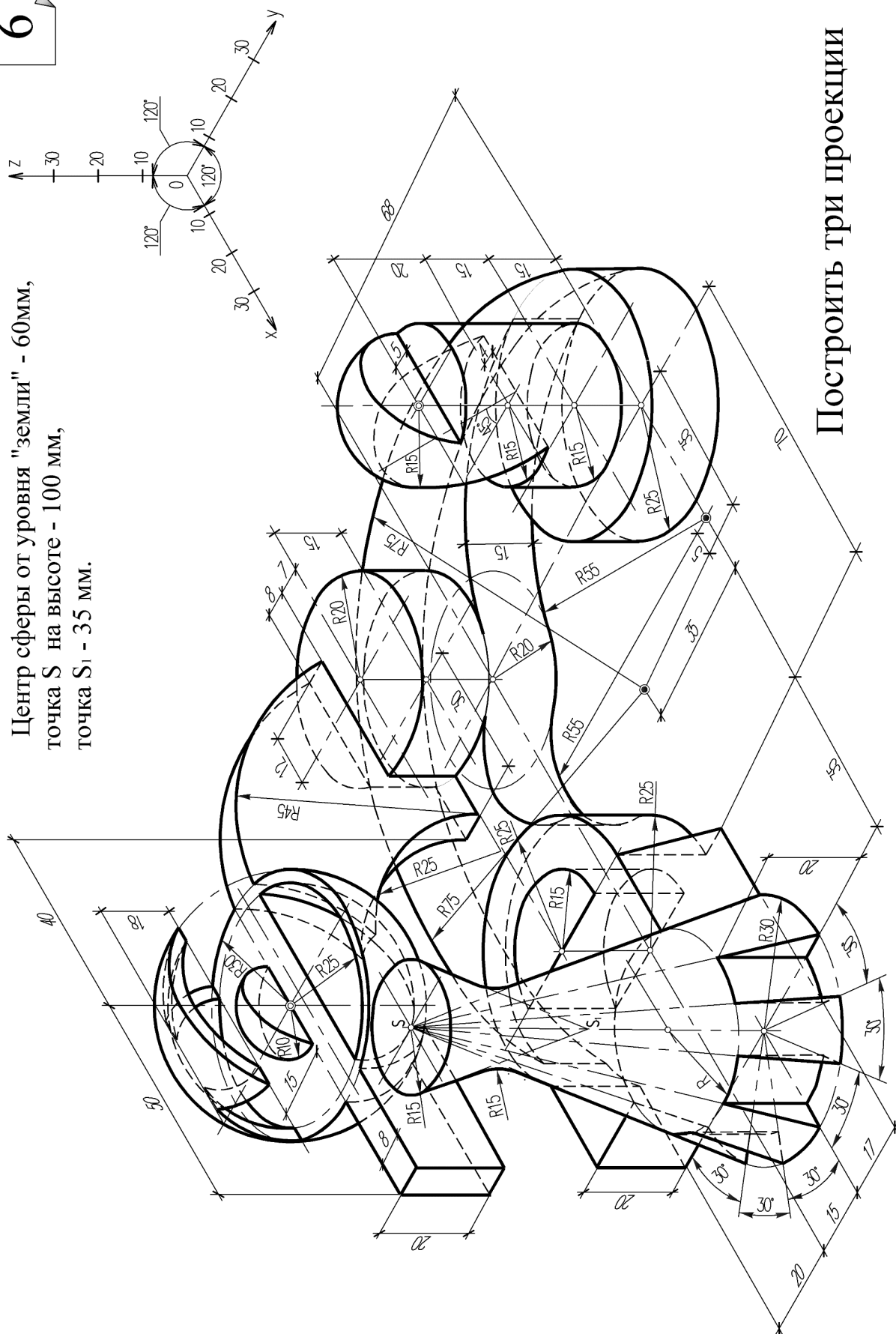
Построить три проекции



Построить три проекции

6

Центр сферы от уровня "земли" - 60мм,
точка S на высоте - 100 мм,
точка S₁ - 35 мм.



Построить три проекции

ЛИТЕРАТУРА

1. Общие правила выполнения чертежей: ГОСТ "Единая система конструкторской документации" (ЕСКД). - М., 1984.
2. Александрович, З. И. Черчение: учебное пособие для подготовительных отделений вузов / З. И. Александрович, И. А. Зенюк, В. С. Якубенко. - Минск, 1983.
3. Короев, Ю. И. Строительное черчение и рисование: учебник для средних специальных учебных заведений / Ю. И. Короев. - Москва, 1993.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ШАР.....	4
Сечения поверхности шара плоскостью.....	5
Комплексный чертеж шара.....	6
Построение проекций точки на поверхности шара.....	7
Сечение поверхности шара плоскостью уровня.....	8
Варианты сечения поверхности шара плоскостью уровня.....	9
Алгоритм построения призматического выреза на поверхности шара.....	10
Полые шары с отверстиями.....	11
Прямоугольная изометрическая проекция окружности.....	12
Алгоритм построения изометрической шара.....	13
Пересечение поверхности шара с цилиндром и конусом.....	14
Обозначение сферы. Масштабная линейка.....	15
КОНТРОЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ №1.....	16
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ "Сечение шара плоскостью уровня".....	20
ОБРАЗЕЦ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ.....	24
Тренировочное упражнение 1.....	25
Тренировочное упражнение 2.....	26
Сечение поверхности шара наклонной плоскостью.....	27
Проекция шара с вырезом, усеченного наклонной плоскостью.....	29
КОНТРОЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ №2.....	30
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ "Сечение шара наклонной плоскостью".....	35
ОБРАЗЕЦ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ.....	38
Тренировочное упражнение 3.....	39
Тренировочное упражнение 4.....	40
ОТВЕТЫ для самопроверки ПО ТЕСТИРОВАНИЮ.....	41
ЗАДАНИЯ "Три проекции шара по аксонометрической проекции".....	42
ПРИМЕР ЗАДАНИЯ.....	43
ОБРАЗЕЦ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ.....	44
Задание 1.....	45
Задание 2.....	46
Задание 3.....	47
Задание 4.....	48
Задание 5.....	49
Задание 6.....	50
Задание 7.....	51
Задание 8.....	52
Задание 9.....	53
Задание 10.....	54
Задание 11.....	55
Задание 12.....	56
Задание 13.....	57
Задание 14.....	58
Задание 15.....	59
Задание 16.....	60
Задание 17.....	61
Задание 18.....	62
Задание 19.....	63
Задание 20.....	64
ЗАДАНИЯ "Три проекции объекта по аксонометрической проекции".....	65
Задание 1.....	66
Задание 2.....	67
Задание 3.....	68
Задание 4.....	69
Задание 5.....	70
Задание 6.....	71
ЛИТЕРАТУРА.....	72

Учебное издание

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕЛА

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЧЕРЧЕНИЮ
для подготовительных отделений, лицейских классов
(в помощь поступающим на специальность «Архитектура»)

В 2 частях

Часть 1

ШАР

Второе издание, дополненное

Составитель
ПРИХОДЬКО Вера Николаевна

Технический редактор *О. В. Песенько*

Подписано в печать 17.10.2014. Формат 60×84¹/₈. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 8,60. Уч.-изд. л. 3,36. Тираж 400. Заказ 1153.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.